

IX ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

**DIREITO PENAL, PROCESSO PENAL E
CONSTITUIÇÃO I**

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Educação Jurídica

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito penal, processo penal e constituição I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Bartira Macedo Miranda; Catharina Orbage De Britto Taquary Berino; José Antonio de Faria Martos – Florianópolis: CONPEDI, 2026.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-600-9

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Constituição, Processo e Justiça Social: o papel da jurisdição constitucional na efetivação de direitos

2. Direito penal. 3. Processo penal. IX Encontro Virtual do CONPEDI (2: 2026: Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

IX ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO PENAL, PROCESSO PENAL E CONSTITUIÇÃO I

Apresentação

O Grupo de Trabalho “Direito Penal, Processo Penal e Constituição I”, realizado no âmbito do IX Encontro Virtual do CONPEDI, reuniu investigações que refletem a crescente complexidade das ciências criminais em um contexto marcado por profundas transformações sociais, tecnológicas e institucionais.

Em diálogo com o tema central do evento, “Constituição, Processo e Justiça Social: o papel da jurisdição constitucional na efetivação de direitos”, os estudos apresentados promoveram importantes reflexões sobre os limites da intervenção penal e os desafios da concretização dos direitos e garantias fundamentais.

As pesquisas evidenciaram a necessidade de repensar as finalidades do sistema de justiça criminal, abordando temas relacionados à justiça restaurativa, às funções da pena, às políticas de encarceramento e às dificuldades de implementação de mecanismos efetivamente ressocializadores.

Os debates demonstraram a persistência de tensões entre segurança pública, controle social e proteção da dignidade humana, especialmente no contexto da execução penal e das medidas privativas de liberdade.

Outro conjunto de trabalhos concentrou-se no aperfeiçoamento das garantias processuais e na racionalidade das decisões judiciais, discutindo questões relacionadas à prisão preventiva, à audiência de custódia, ao acordo de não persecução penal, à paridade de armas, aos standards probatórios e aos desafios epistemológicos inerentes à produção e à valoração da prova no

doméstica e familiar, à proteção das vítimas, à perspectiva de gênero no processo penal, à população trans em situação de encarceramento e às diferentes manifestações de violência que desafiam as instituições de justiça e a efetividade dos direitos humanos.

Também foram objeto de reflexão temas de natureza criminológica e político - criminal, envolvendo a seletividade penal, o populismo punitivo, a permanência de concepções criminológicas ultrapassadas, os impactos da crise climática sobre o Direito Penal e a valorização de formas alternativas de resolução de conflitos, demonstrando a amplitude temática e a interdisciplinaridade que caracterizam as ciências criminais na atualidade.

As contribuições reunidas neste Grupo de Trabalho evidenciam a vitalidade da produção acadêmica na área e reafirmam a importância do pensamento crítico para o aprimoramento das instituições penais e processuais.

Convidamos os leitores a percorrer as reflexões aqui desenvolvidas, certas de que elas enriquecem o debate jurídico e estimulam novas perspectivas de investigação acerca dos desafios contemporâneos do Direito Penal, do Processo Penal e da Constituição.

Prof.^a Dr.^a Catharina Orbage de Britto Taquary Berino - Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Prof. Dr. José Antônio de Faria Martos - Faculdade de Direito de Franca

Prof.^a Dr.^a Bartira Macedo Miranda - Universidade Federal de Goiás (UFG)

**NEUROCIÊNCIA, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E PROVA PENAL:
POTENCIALIDADES, LIMITES E GARANTIAS FUNDAMENTAIS À LUZ DA
EXPERIÊNCIA NORTE-AMERICANA**

**NEUROSCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CRIMINAL EVIDENCE:
POTENTIALS, LIMITS AND FUNDAMENTAL GUARANTEES IN THE NORTH
AMERICAN EXPERIENCE**

Raphael Guimarães dos Santos ¹
Fernando Navarro Vince ²

Resumo

O presente artigo analisa o papel das provas neurocientíficas e das tecnologias baseadas em inteligência artificial na atividade jurisdicional penal, avaliando suas potencialidades e seus limites na busca da verdade processual. Parte-se da hipótese de que tais instrumentos possuem potencial para auxiliar a reconstrução dos fatos e contribuir para decisões judiciais mais racionais, desde que empregados de maneira complementar e submetidos a rigoroso controle jurisdicional. A pesquisa foi desenvolvida mediante revisão bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa e método dedutivo, valendo-se da análise crítica de doutrina nacional e estrangeira, artigos científicos e precedentes judiciais norte-americanos. Examina-se a relação entre verdade, prova e limites epistemológicos no processo penal, identificando-se as fragilidades cognitivas que afetam os meios de prova tradicionais, especialmente o fenômeno das falsas memórias. Descrevem-se as principais tecnologias neurocientíficas — ressonância magnética funcional e eletroencefalograma — e os sistemas algorítmicos de avaliação de risco, com ênfase na experiência norte-americana. Analisam-se os casos *Atkins v. Virginia*, *United States v. Semrau*, *State of Florida v. Grady Nelson*, *People v. Weinstein*, *Harrington v. State* e *State v. Loomis*, nos quais essas tecnologias influenciaram concretamente decisões judiciais. Conclui-se que a admissibilidade da prova científica exige não apenas aceitação pela comunidade científica, nos termos dos padrões *Frye* e *Daubert*, mas também controle jurisdicional acerca da confiabilidade metodológica da técnica empregada. O avanço tecnológico deve caminhar em conjunto com o fortalecimento

Abstract/Resumen/Résumé

This article analyzes the role of neuroscientific evidence and artificial intelligence-based technologies in criminal jurisdictional activity, evaluating their potential and limitations in the pursuit of procedural truth. The research starts from the hypothesis that such instruments have the potential to assist in the reconstruction of facts and contribute to more rational judicial decisions, provided they are used in a complementary manner and subjected to rigorous judicial oversight. The study was conducted through bibliographic and documentary review, with a qualitative approach and deductive method, drawing on critical analysis of national and foreign legal doctrine, scientific articles, and North American judicial precedents. The relationship between truth, evidence, and epistemological limits in criminal procedure is examined, identifying cognitive biases affecting traditional means of proof, particularly the phenomenon of false memories. The main neuroscientific technologies — functional magnetic resonance imaging and electroencephalography — and algorithmic risk assessment systems are described, with emphasis on the North American experience. The cases *Atkins v. Virginia*, *United States v. Semrau*, *State of Florida v. Grady Nelson*, *People v. Weinstein*, *Harrington v. State*, and *State v. Loomis* are analyzed, in which these technologies concretely influenced judicial decisions. It is concluded that the admissibility of scientific evidence requires not only acceptance by the scientific community, under the Frye and Daubert standards, but also judicial oversight of the methodological reliability of the technique employed. Technological advancement must go hand in hand with the strengthening of the defendant's fundamental procedural guarantees.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Artificial intelligence, Criminal procedure, Fundamental guarantees, Neurolaw, Scientific evidence

INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o ser humano sempre demonstrou profunda preocupação com a descoberta da verdade. Com a evolução do pensamento jurídico, o Direito Processual moderno não mais admite a utilização de ordálias, de juízos de Deus ou de quaisquer outros mecanismos incompatíveis com a racionalidade humana como meios de prova. Ainda assim, a busca da verdade permanece como um dos objetivos centrais do processo, de modo que o processo continua a desempenhar a função de instrumento destinado à reconstrução dos fatos submetidos à apreciação judicial. Nesse contexto, o avanço da neurociência, da psicologia comportamental e da inteligência artificial passou a oferecer novas ferramentas capazes de auxiliar a compreensão do comportamento humano e, conseqüentemente, influenciar a formação do convencimento judicial.

Recentemente, a literatura internacional tem documentado, de forma crescente, essa confluência entre o Direito e as neurociências. Foram identificadas as diversas funções pelas quais provas neurocientíficas podem auxiliar o sistema jurídico, desde o reforço de conclusões já sustentadas por outros elementos probatórios até a predição de comportamentos futuros (JONES *et al.*, 2013). Tentativas de utilização da ressonância magnética funcional e do eletroencefalograma em processos penais nos Estados Unidos revelaram tanto o potencial dessas ferramentas quanto os riscos de colisão com garantias processuais fundamentais, incluindo influência concreta sobre decisões de dosimetria da pena (SOUSA, 2017; 2020).

No âmbito brasileiro, o tema tem sido abordado sob a perspectiva da interdisciplinaridade entre Direito e neurociências, com estudos voltados à compreensão dos vieses cognitivos que afetam a tomada de decisão jurídica (MARDEN; WYKROTA, 2018) e aos desafios éticos e jurídicos impostos pelas neurotecnologias no plano dos direitos fundamentais (SANTOS; NANARTONIS, 2025).

Apesar do crescente interesse acadêmico e institucional acerca da utilização dessas tecnologias no processo penal, ainda persistem importantes discussões relacionadas à confiabilidade científica, aos riscos de falsas conclusões e à preservação das garantias fundamentais do acusado. A literatura carece de análise integrada que articule os critérios *Frye* e *Daubert*, as fragilidades dos meios de prova tradicionais, os riscos de erros algorítmicos e os impactos dessas novas tecnologias sobre as garantias do acusado à luz de casos concretos.

Diante desse fato, surge o problema de pesquisa: Em que medida a utilização de provas neurocientíficas e de tecnologias baseadas em inteligência artificial pode contribuir para a descoberta da verdade material, sem violar os limites epistemológicos e as garantias fundamentais do acusado?

Parte-se da hipótese de que tais instrumentos possuem potencial para auxiliar a reconstrução dos fatos e contribuir para decisões judiciais mais racionais, desde que empregados de maneira complementar e submetidos a controle jurisdicional.

É a partir dessa perspectiva, e adotando como referenciais teóricos os estudos relacionados à teoria da prova, ao Neurodireito e à neurociência aplicada ao processo penal, especialmente a partir das contribuições de Badaró, Sousa, Marden, Wykrota, Jones *et al.* e Kahneman, que serão analisadas as potencialidades da utilização de provas neurocientíficas e tecnologias algorítmicas no âmbito da persecução penal moderna.

À luz dessas considerações, o artigo tem por objetivo geral analisar o papel das provas neurocientíficas e das tecnologias baseadas em inteligência artificial na atividade jurisdicional penal, avaliando as potencialidades e impactos na busca da verdade processual. Constituem objetivos específicos examinar as relações entre verdade, prova e limites epistemológicos, identificar fragilidades cognitivas que afetam os meios de prova tradicionais, descrever as principais tecnologias neurocientíficas e analisar casos concretos da experiência norte-americana.

A pesquisa foi desenvolvida mediante revisão bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa e método dedutivo, valendo-se da análise crítica de doutrina nacional e estrangeira, artigos científicos e precedentes judiciais norte-americanos.

O trabalho está dividido em três partes. Inicialmente, serão analisadas as relações entre verdade, prova e limites epistemológicos, incluindo as fragilidades cognitivas associadas à prova testemunhal e ao fenômeno das falsas memórias. Em seguida, serão examinadas as principais tecnologias neurocientíficas e algorítmicas, com ênfase na experiência norte-americana. Por fim, serão analisados os limites jurídicos e os critérios de admissibilidade dessas provas no processo penal, à luz dos padrões *Frye* e *Daubert* e das garantias fundamentais do acusado.

1 VERDADE, MEIOS DE PROVA E LIMITES EPISTEMOLÓGICOS

O capítulo apresenta as bases teóricas da busca da verdade no processo penal e os limites epistemológicos da atividade probatória. Inicialmente, examina a função da verdade no processo, com destaque para o devido processo legal e o julgamento justo. Em seguida, analisa as fragilidades cognitivas dos meios de prova tradicionais, especialmente as falsas memórias na prova testemunhal, e o potencial da neurociência para mitigar esses vieses na reconstrução dos fatos.

1.1 A BUSCA DA VERDADE NO PROCESSO

A preocupação com a descoberta da verdade acompanha o ser humano desde os tempos mais remotos. Um exemplo dessa inquietação pode ser encontrado na Bíblia Sagrada, especialmente na passagem conhecida como "águas amargas", descrita no Capítulo 5 do Livro de Números. Na referida narrativa, caso recaísse sobre uma mulher a suspeita de ter praticado adultério, ela deveria ser conduzida perante um sacerdote para ser submetida a um ritual religioso que consistia na ingestão de uma espécie de água mística por ele preparada. Se fosse inocente, nada de relevante lhe aconteceria. Em contrapartida, se fosse culpada, acreditava-se que sofreria consequências físicas decorrentes do ritual. Eis o relato encontrado no texto bíblico:

E, havendo-lhe dado a beber aquela água, será que, se ela se tiver contaminado e contra seu marido tiver prevaricado, a água amaldiçoante entrará nela para amargura, e o seu ventre se inchará, e a sua coxa descairá; e aquela mulher será por maldição no meio do seu povo. E, se a mulher se não tiver contaminado, mas estiver limpa, então, será livre e conceberá semente (BÍBLIA, Números 5:27-28).

Esse exemplo ilustra que a busca da verdade sempre acompanhou o desenvolvimento das formas de solução de conflitos, desempenhando o processo o papel de principal instrumento destinado à reconstrução dos fatos para a descoberta da verdade. No processo penal, em especial, essa atividade reconstrutiva deve ocorrer dentro de limites jurídicos próprios, circunstância que torna a atividade probatória um dos temas centrais deste trabalho.

Nesse sentido, Michele Taruffo (TARUFFO, 2014, p. 15) aduz que “o contexto do processo pode ser bem concebido como um tipo de espaço privilegiado para a “exigência da verdade”, a “devoção à verdade” e o “desejo da verdade””.

Portanto, poder-se-ia concluir, em uma leitura isolada da ideia expressada no parágrafo anterior, que o processo teria como única e exclusiva finalidade a descoberta da verdade. Contudo, semelhante compreensão desconsideraria outros objetivos igualmente relevantes que circundam o processo, sobretudo o penal.

Nessa perspectiva, ensina a doutrina (BADARÓ, 2019, p. 166) que devem equilibrados como fins institucionais de um processo, além da busca da verdade, a correta interpretação da lei e o respeito ao *fair trial*, servindo estes últimos como limites epistemológicos em relação à busca da verdade processual, ou seja, a verdade pode e deve ser buscada, contudo, com respeito às normas que regem o processo.

Dada a natureza e os limites próprios do formato do artigo científico, a análise que se segue não tem por objeto examinar as teorias filosóficas da verdade, mas a dimensão probatória

da busca da verdade no processo penal e sua interface com as novas tecnologias neurocientíficas e algorítmicas.

É a partir dessa perspectiva que ganha relevância a necessária interdisciplinaridade entre o Direito, a neurociência e as tecnologias cognitivas. Conforme sustentam estudiosos norte-americanos, a eficácia do sistema jurídico depende, em muitos casos, da avaliação de como e por que alguém se comportou de determinada maneira. Nesse sentido, conforme a dicção de Jones *et al.* (2013, p. 17624): “For one thing, the effectiveness of legal systems in regulating behavior and meting out justice often depends on weighing evidence about how and why a person behaved as he or she did. And these are things that neuroscience can sometimes illuminate.”

Portanto, se a formação do convencimento judicial depende, em grande medida, da compreensão do comportamento humano, revela-se imprescindível o diálogo com outros ramos do conhecimento igualmente voltados à investigação das razões que orientam a tomada de decisão. Nessa linha, impõe-se ao operador do Direito reconhecer que os novos tempos e as renovadas exigências processuais demandam uma abordagem interdisciplinar entre o Direito, a Neurociência e as tecnologias emergentes, o que será evidenciado por meio de aplicações práticas ao longo deste trabalho.

1.2 A NEUROCIÊNCIA E O POTENCIAL DE MITIGAÇÃO DE VIESES COGNITIVOS NA ATIVIDADE PROBATÓRIA

Os novos meios de prova neurocientíficos podem auxiliar o profissional do Direito a interpretar os fatos e as alegações contidas dentro de um processo, não de forma isolada, mas associando-se aos demais elementos probatórios disponíveis, com o objetivo de descobrir as razões pelas quais alguém adotou determinado comportamento para atingir uma certa finalidade.

Dito de outro modo, novas tecnologias podem ser empregadas no contexto probatório de forma a auxiliar a descoberta da verdade processual, não a ponto de excluir outros meios tradicionais de prova, mas, atuando de maneira paralela e complementar a outros já existentes e inseridos no processo e tão comumente utilizados, a exemplo da prova testemunhal.

Sobre este aspecto, deve ser consignado que, mesmo após o transcurso de mais de dois mil anos da Era Cristã, com o desenvolvimento de incontáveis tecnologias que auxiliam as pessoas em suas mais variadas tarefas, a prova testemunhal continua a ser uma das mais empregadas no processo penal.

Tal constatação revela relevante problema estrutural relacionado à possibilidade de reprodução do fenômeno das chamadas “falsas memórias”, amplamente debatido na recente jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça, especialmente em matéria de reconhecimento de pessoas.

Nesse sentido, destacam-se, dentre outros precedentes, as razões de decidir constantes do REsp 1.953.602/SP, julgado que, em conjunto com outros arestos, contribuiu para a formação do Tema Repetitivo 1.258, no qual o Tribunal da Cidadania firmou o entendimento, em síntese, de que as formalidades previstas no art. 226 do Código de Processo Penal são de observância obrigatória tanto em sede inquisitorial quanto em juízo.

Sobre essa questão, resumidamente, pode-se afirmar que, ainda que a vítima ou a testemunha tenham, sinceramente, acreditado que reconheceram, indubitavelmente, determinada pessoa como autor de um crime que tenham presenciado, fatores diversos, internos e externos, subjetivos e objetivos, tais como, tempo de duração do evento criminoso; o trauma gerado pela gravidade do fato, o tempo decorrido entre o contato com o autor do delito e a realização do reconhecimento, as condições ambientais, o induzimento à percepção equivocada através da exibição de fotografias existentes nos bancos de dados policiais, dentre outros, podem fazer com que a lembrança fiel do fato seja distorcida.

Tais equívocos relacionados ao reconhecimento de pessoas podem ser compreendidos como manifestações de vieses cognitivos, isto é, “erros sistemáticos que se repetem de forma previsível em circunstâncias particulares” (KAHNEMAN, 2012, p. 10). Isso porque, conforme observa o próprio autor, “as operações da memória associativa contribuem para um viés de confirmação (confirmation bias) geral” (KAHNEMAN, 2012, p. 91), fenômeno que leva os indivíduos a interpretar informações de maneira compatível com crenças, expectativas ou percepções previamente estabelecidas.

Tal constatação reforça a adequação da orientação firmada pelo Superior Tribunal de Justiça ao reconhecer a necessidade de adoção de rigor processual na valoração do reconhecimento de pessoas como elemento probatório.

Feitas essas considerações, cumpre esclarecer que o presente estudo não propõe o abandono da prova testemunhal como meio de prova. Contudo, como forma de exemplificar o raciocínio proposto, a vinculação subjetiva da palavra da vítima, da testemunha ou do réu a novos dados interpretativos obtidos por meio de provas tecnológicas, testados e aprovados com precisão científica, poderia criar um padrão mais seguro e confiável para a prova oral, não necessariamente para todos os processos postos em Juízo, mas em alguns casos mais complexos que trazem certa dificuldade ao juiz e também aos juízes, se realizado o julgamento de forma

colegiada, principalmente em primeiro grau de jurisdição em que o julgamento de crimes dolosos contra a vida é feito pelos jurados, que são pessoas do povo não necessariamente formadas em Direito.

Dessa forma, de modo geral, a doutrina (JONES *et al.*, 2013, p. 17624) afirma que existem funções pelas quais as provas neurocientíficas podem auxiliar na correta tomada de decisão em um processo, a saber, *buttressing*, *challenging*, *detecting*, *sorting*, *intervening*, *explaining* e *predicting*, em tradução livre, respectivamente, reforço, desafio, detecção, classificação, intervenção, explicação e previsão.

Dentre essas, destacam-se, pela maior pertinência com o presente estudo, as funções de reforço, detecção e previsão, que serão desenvolvidas nos tópicos seguintes. A função de reforço busca ampliar o grau de confiança em uma conclusão já sustentada por outros elementos probatórios não neurocientíficos. A detecção, por sua vez, destina-se à identificação de fatos juridicamente relevantes, como lesões, dor ou mesmo possíveis sinais de falsidade. Já a função preditiva pretende aumentar a capacidade do Direito de estimar probabilidades de comportamentos futuros, como a prática de novos atos violentos com vistas à prevenção da reincidência, aspecto mais diretamente relacionado à utilização da inteligência artificial, cuja aplicação no processo penal também desperta relevante interesse prático e acadêmico.

Desse modo, considerando a relevância da matéria, Gustavo Badaró corretamente observa que:

O tema é atualíssimo, perante os avanços tecnológicos da neurociência e sua utilização como conhecimentos científicos aptos a verificar, por meio de técnicas de mapeamento de funções cerebrais, se o acusado ou a testemunha estariam ou não dizendo a verdade (BADARÓ, 2019, p. 195).

Constata-se, portanto, que novos meios de prova de natureza neurocientífica e tecnológica já integram a realidade do Direito no século XXI, como demonstram casos norte-americanos em que neuroimagens extraídas de exames de ressonância magnética funcional e registros derivados de eletroencefalogramas foram utilizados para sustentar alegações em juízo, conforme será analisado adiante. Tal cenário decorre dos avanços obtidos nas últimas décadas pela psicologia comportamental, pela neurociência e pelas tecnologias aplicadas ao processo, que possibilitaram uma compreensão mais aprofundada acerca do funcionamento do cérebro humano. Embora ainda existam limitações científicas e espaço para ampliação do conhecimento nessa área, é inegável que essas novas ferramentas passaram a influenciar, de maneira crescente, os debates relacionados à produção, admissibilidade e valoração da prova no processo penal.

2 NEURODIREITO, PROVAS TECNOLÓGICAS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A EXPERIÊNCIA NORTE-AMERICANA

Este capítulo examina a interdisciplinaridade do Neurodireito, destacando a relação entre dogmática jurídica, neurociência e tecnologias cognitivas. Aborda as principais tecnologias neurocientíficas com potencial aplicação processual, especialmente a ressonância magnética funcional (fMRI), o eletroencefalograma e ferramentas de inteligência artificial. Também analisa casos paradigmáticos da jurisprudência norte-americana para ilustrar as aplicações, potencialidades e dilemas dessas inovações na persecução penal.

2.1 NEURODIREITO, INTERDISCIPLINARIDADE E TECNOLOGIAS NEUROCIÊNCIAS APLICADAS AO PROCESSO

Atualmente, conforme mencionado acima, é mais do que evidente que o Direito não pode mais ser encarado por seus operadores como a única ciência que estuda o comportamento, havendo seu o necessário entrelaçamento, por exemplo, com a neurociência e a inteligência artificial.

De tal simbiose surge o que os estudiosos da área têm chamado de Neurodireito, que seria uma matéria interdisciplinar que se propõe a examinar como a maior compreensão do funcionamento cerebral pode levar a uma explicação mais precisa sobre o comportamento humano. Nas precisas palavras de Hillary Rosenthal, o Neurodireito é: “An emerging interdisciplinary field that undertakes to examine how an increased understanding of the human nervous system can lead to a more precise explanation for human behavior, which in turn could inform the law, legislation, and policy” (ROSENTHAL, 2019, p. 290).

Na mesma linha, embora o desenvolvimento do Neurodireito tenha se dado nos Estados Unidos da América, pesquisadores brasileiros também passaram a se dedicar ao tema, propondo conceitos, objetivos e perspectivas para essa nova área do conhecimento. Marden e Wykrota (2018, p. 59) conceituam o Neurodireito como “uma disciplina que teria objetivo de reunir estudos das mais diversas áreas neurocognitivas e comportamentais que auxiliem a rever os fundamentos e parte da dinâmica jurídica”, acrescentando, ainda, que tal campo se propõe a “reconhecer a complexidade da mente humana e tentar trabalhar com a forma como ela afeta o comportamento das pessoas” (MARDEN; WYKROTA, 2018, p. 61).

O estudo do Neurodireito tem resultado na realização de pesquisas que buscam estabelecer parcerias entre cientistas, juízes e estudiosos do direito em geral para orientar o sistema jurídico a interpretar dados de novas descobertas neurocientíficas, além de conduzir à

colaboração interdisciplinar com o sistema de justiça criminal e aumentar a sua efetividade. Conforme observam Jones *et al.* (2013, p. 17625):

The principal mission has been to create partnerships among neuroscientists, judges, and legal scholars to: (1) guide the legal system in finding the promise of neuroscientific insights among the perils of interpreting them; and (2) conduct new, collaborative, interdisciplinary research that may help to increase the fairness and effectiveness of the criminal justice system.

A interdisciplinaridade, portanto, não implica a submissão do Direito à neurociência ou à tecnologia, mas a construção de diálogo equilibrado entre as diferentes áreas do conhecimento, no qual os dados científicos possam contribuir para a formação de decisões mais racionais, sem afastar os limites e garantias estabelecidos pelo próprio sistema jurídico.

Dentre as principais tecnologias neurocientíficas, encontra-se a ressonância magnética funcional (fMRI). Trata-se de técnica capaz de mapear a atividade cerebral a partir da identificação das áreas mais ou menos ativadas diante de determinados estímulos aos quais o indivíduo é submetido, o que, em um contexto processual, pode envolver o autor, o réu, a vítima ou a testemunha. Em termos mais precisos, o “uso da fMRI corresponde a uma aplicação especializada da técnica de ressonância magnética para medição da actividade cerebral através das alterações na corrente sanguínea em determinada região cerebral” (SOUSA, 2017, p. 886).

Em linha semelhante, o exame eletroencefalográfico, especialmente por meio da análise da resposta elétrica cerebral a estímulos específicos, revela-se relevante no contexto das investigações neurocientíficas aplicadas ao Direito. A técnica baseia-se no registro dos campos elétricos produzidos pela atividade neuronal, captados a partir do couro cabeludo e convertidos graficamente em ondas pelo equipamento eletroencefalográfico (SOUSA, 2017, p. 890).

Destaca-se, nesse campo, a onda P300, potencial evocado de natureza cognitiva que representa um pico de polaridade positiva produzido cerca de 300 milissegundos após a apresentação de um estímulo ao indivíduo. Por meio dessa técnica, “é possível aferir a impressão mental de acontecimentos vividos ou experimentados” (SOUSA, 2020, p. 22). A variação da amplitude dessa onda está associada “à presença na memória do sujeito de informações previamente conhecidas, sendo interpretada como resposta específica do cérebro a uma informação por ele reconhecida” (SOUSA, 2017, p. 891), o que reforça seu potencial probatório no processo.

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PROCESSO PENAL E EXPERIÊNCIA AMERICANA

Ao lado das tecnologias originárias na neurociência, destaca-se o uso da inteligência artificial como instrumento de apoio à persecução penal, especialmente por meio de sistemas

algorítmicos de avaliação de risco. Tais sistemas operam a partir do processamento de dados estatísticos, históricos e probabilísticos, permitindo a formulação de estimativas que podem influenciar decisões relativas à fixação e à execução da pena (SOUSA, 2020).

Um dos exemplos mais conhecidos é o software COMPAS (*Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions*), utilizado em alguns estados norte-americanos para calcular o risco de reincidência criminal do acusado com base em variáveis contidas em seu registro criminal, fornecendo ao magistrado dados que podem auxiliar na dosimetria da pena. A utilização dessas ferramentas já ultrapassou o campo teórico, encontrando aplicação em precedentes judiciais norte-americanos que serão analisados no tópico seguinte.

O Direito estadunidense tem sido a fonte primária do desenvolvimento do Neurodireito e de suas aplicações práticas relacionadas à inserção de estudos e exames psicológicos e neurocientíficos no processo.

Um dos casos paradigmáticos para o Neurodireito apontados pela doutrina é *Atkins v. Virginia*, 536 U.S. 304 (2002). Embora não tenha havido, naquele julgamento, a utilização de exames neurotecnológicos individualizados, a decisão da Suprema Corte norte-americana foi influenciada pela incorporação de critérios clínicos oriundos da psicologia e da psiquiatria forense para a avaliação do grau de deficiência intelectual do autor do crime.

Tal circunstância possui inequívoca relevância neurocientífica, na medida em que a Corte passou a considerar elementos relacionados ao funcionamento cognitivo e às limitações intelectuais do indivíduo como fatores juridicamente relevantes para a definição da resposta penal estatal.

Os fatos que deram origem ao processo relatam que, depois de passar o dia ingerindo bebidas alcoólicas e fazendo o uso de maconha, Daryl Renard Atkins e seu parceiro se dirigiram à uma loja de conveniência. Lá estando, sequestraram um cliente que foi levado a um caixa eletrônico e forçado a sacar US\$ 200,00 (duzentos dólares). Após o saque do numerário, levaram a vítima a uma área deserta e lhe desferiram disparos de arma de fogo que lhe causaram a morte (ESTADOS UNIDOS, 2002).

Durante o julgamento, foi ouvido como perito um psicólogo forense que havia examinado Atkins anteriormente. O *expert* concluiu, após avaliações técnicas e entrevistas com pessoas que conheciam o réu, bem como pela análise de seu histórico escolar, que Atkins possuía um QI com índice 59, ou seja, um patamar compatível com deficiência mental de grau moderado. Segundo a defesa, tal condição comprometeria significativamente suas capacidades cognitivas, constituindo elemento relevante para a mitigação de sua responsabilidade penal.

Apesar disso, os argumentos defensivos, que foram confirmados pelo perito, não foram acolhidos pelas instâncias ordinárias, culminando na condenação do réu à pena de morte (STEELE; ORTH, 2021).

Contudo, o caso foi levado à Suprema Corte dos Estados Unidos que acabou por excluir a possibilidade de execução da pena capital. Isto porque, baseada em conceitos clínicos sustentados pela Sociedade Americana de Psicologia, que atuou no processo como *amicus curiae*, a Corte entendeu que a 8ª Emenda da Constituição dos Estados Unidos da América, que dentre outras proibições, proíbe penas cruéis ou incomuns, veda que uma pessoa com cognição cerebral diminuída ou em termos mais claros, pessoas com deficiência intelectual, sejam condenadas à morte (ESTADOS UNIDOS, 2002).

Em outro caso, *United States v. Semrau*, No. 07-10074 (W.D. Tenn. 2010), o réu, doutor em Psicologia Clínica, foi acusado da prática de fraude contra o sistema público de saúde dos Estados Unidos mediante a falsificação de formulários clínicos com o objetivo de receber valores maiores do que aqueles efetivamente devidos pelos serviços prestados (ESTADOS UNIDOS, 2012).

A defesa, durante o julgamento, argumentou que Semrau, sem nenhuma intenção de fraude, apenas inseriu códigos formalmente incorretos nos formulários, o que acabou acarretando recebimento de valores a maior pelo réu.

Como forma de reforçar sua tese defensiva, a defesa apresentou exame de ressonância magnética funcional, buscando demonstrar, a partir da atividade cerebral do acusado, a ausência de dolo na suposta fraude praticada em desfavor dos cofres públicos.

A prova não foi admitida no processo, sobretudo em razão da fragilidade do protocolo experimental empregado e pela ausência de consenso quanto à sua confiabilidade no âmbito da comunidade científica, circunstâncias que impediram sua validação segundo os critérios técnico aplicáveis à admissibilidade da prova científica.

No caso concreto, pretendia-se utilizar a ressonância magnética funcional como uma espécie de polígrafo moderno, não apenas para detecção de possíveis respostas enganosas, mas como instrumento apto à identificação da verdade, finalidade para a qual a tecnologia não foi concebida, desenvolvida, nem cientificamente validada.

Já no caso *State of Florida v. Grady Nelson*, No. F01-005933 (11th Judicial Circuit, Miami-Dade County, 2010), o réu foi processado pela prática do homicídio de sua mulher, bem como pela prática de outros crimes. Durante o julgamento, a defesa utilizou prova neurocientífica consistente em exame eletroencefalográfico.

Para explicar os resultados do exame, um neurocientista testemunhou perante o Tribunal explicando que anormalidades detectadas no cérebro de Grady Nelson, através do referido exame, implicavam em alterações de seu comportamento de forma involuntária e em ações impulsivas, o que poderia ter contribuído para a prática delitiva. Diante das alegações, Nelson não foi absolvido, mas, os dados contidos no exame eletroencefalográfico, exibidos aos jurados, foram determinantes para que o réu não fosse sentenciado à morte, mas, sim, à prisão perpétua. Após o julgamento, alguns jurados foram entrevistados e informaram que as evidências neurocientíficas tiveram um papel central na decisão pela substituição da pena de morte pela pena de prisão perpétua (DU, 2020, p. 506).

Um outro exemplo relevante da utilização de prova neurocientífica no processo penal norte-americano pode ser identificado no caso *People v. Weinstein*, 156 Misc. 2d 34, 591 N.Y.S.2d 715 (Sup. Ct. N.Y. County 1992), no qual um homem sem nenhum histórico de transtornos mentais matou a sua mulher após discussão e jogou seu corpo pela janela para simular suicídio (ESTADOS UNIDOS, 1992). Exames de neuroimagens evidenciaram que havia um cisto aracnoide que comprimia seu córtex pré-frontal. A defesa apresentou o exame neurocientífico como prova de que Weinstein tinha o autocontrole prejudicado em razão da existência da anomalia cerebral, o que levou o réu a obter um acordo judicial favorável (JONES et al., 2013, p. 17628).

Também merece destaque o caso de *Harrington v. State* (Iowa, 2003). Terry Harrington foi condenado, em 1978, à prisão perpétua pelo homicídio de um policial, tendo sempre afirmado inocência. Em 1997, interpôs recurso com base nos resultados de exame de potencial evocado P300 — técnica eletroencefalográfica que verifica se determinada informação está presente na memória do examinado (SOUSA, 2017, p. 891). O resultado revelou ausência de conhecimento das cenas do crime e presença de conhecimento quanto ao local onde o réu afirmava ter estado no momento do delito. Embora os resultados do exame não tenham sido admitidos formalmente como prova, influenciaram a decisão de repetir o julgamento, que resultou na absolvição de Harrington após o cumprimento de aproximadamente 25 anos de prisão (ESTADOS UNIDOS, 2003).

Encerrada a análise de alguns casos jurídicos envolvendo a utilização da Psicologia e de exames neurocientíficos na formação das decisões judiciais, torna-se necessário examinar outro relevante caso concreto relacionado à aplicação da inteligência artificial no processo. Trata-se, possivelmente, da tecnologia com maior potencial de efetiva utilização no âmbito processual, sobretudo em razão de sua ampla disseminação e crescente integração às atividades cotidianas da sociedade contemporânea.

No caso *State v. Loomis*, 881 N.W.2d 749 (Wis. 2016), Eric Loomis foi acusado da prática de diversos delitos, dentre eles tentativa de fuga de agente policial e condução de veículo sem consentimento do proprietário. Durante as negociações realizadas com o Ministério Público, o acusado optou por declarar-se culpado (*guilty plea*) em relação a parte das imputações formuladas. Na fase de dosimetria da pena, o magistrado responsável pelo caso utilizou o software COMPAS (*Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions*), ferramenta algorítmica de inteligência artificial destinada à avaliação do risco de reincidência criminal do acusado.

Com o auxílio do COMPAS, Loomis foi condenado, pelo crime de tentativa de fuga de agente policial, à pena de dois anos de prisão, acrescida de dois anos de liberdade supervisionada. Já em relação ao delito de condução de veículo sem consentimento do proprietário, foi condenado a quatro anos de prisão e mais três anos de liberdade supervisionada. As penas, quando somadas, totalizaram seis anos de prisão e em outros cinco anos de liberdade supervisionada, instituto que guarda certa semelhança com o livramento condicional previsto no Direito brasileiro (WISCONSIN SUPREME COURT, 2016).

3 LIMITES E ADMISSIBILIDADE DAS PROVAS NEUROCIÊNCIAS E ALGORÍTMICAS NO PROCESSO PENAL

O último capítulo examina os desafios jurídicos da introdução de exames neurocientíficos e ferramentas algorítmicas na atividade jurisdicional penal. Analisa os critérios de admissibilidade da prova científica no direito estrangeiro, com destaque para os padrões *Frye* e *Daubert*, e ressalta a importância do controle jurisdicional de confiabilidade. Também discute os riscos de vieses algorítmicos e a necessidade de compatibilizar os avanços tecnológicos com as garantias processuais e os direitos fundamentais do acusado.

3.1 CRITÉRIOS DE ADMISSIBILIDADE DA PROVA CIENTÍFICA: OS PADRÕES FRYE E DAUBERT

As inovações científicas relacionadas à neurociência e à inteligência artificial passaram a provocar relevantes discussões no âmbito do Direito Processual Penal, especialmente no que se refere à admissibilidade e à valoração da prova científica.

À luz dessas considerações, a introdução de exames neurocientíficos e de sistemas algorítmicos no processo penal trouxe consigo a necessidade de redefinição dos critérios jurídicos tradicionalmente utilizados para aferição da confiabilidade dos meios de prova, sobretudo diante da crescente complexidade técnica dessas novas ferramentas. Sobre essa

problemática, a doutrina adverte que “as neurociências aparentam, de facto, trazer consigo a resposta há muito procurada na doutrina e na jurisprudência processual penal ao dilema da descoberta da verdade” (SOUSA, 2017, p. 884).

A discussão acerca da admissibilidade da prova neurocientífica ganhou especial relevância nos Estados Unidos, sobretudo em razão da tentativa de utilização de exames de ressonância magnética funcional como instrumentos destinados à detecção da mentira.

Conforme destaca Sousa (2017, p. 889), os tribunais norte-americanos passaram a enfrentar o problema relacionado à compatibilidade dessas novas técnicas com os critérios tradicionais de admissibilidade da prova científica, especialmente os padrões *Frye* e *Daubert*.

O padrão *Frye* teve origem no julgamento *Frye v. United States*, de 1923, e estabeleceu como requisito de admissibilidade da prova científica a existência de aceitação geral do método pela comunidade científica especializada. O padrão *Frye* exige a demonstração de “general acceptance in the particular field in which it belongs” (ESTADOS UNIDOS, 1923), isto é, aceitação geral da técnica pela comunidade científica especializada.

Posteriormente, o padrão *Daubert* ampliou os critérios de controle da prova científica, superando o modelo anteriormente estabelecido pelo padrão *Frye*, “fazendo recair sobre o juiz o papel de garante (*gatekeeper*) da prova” (SOUSA, 2020, p. 34). A partir do julgamento *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals*, 509 U.S. 579 (1993), passou-se a exigir a verificação de elementos relacionados à *testability*, à *peer review and publication*, à *known or potential rate of error* e à *general acceptance*, expressões que remetem, em tradução livre, respectivamente, à possibilidade de testagem da técnica, à revisão por pares e publicação científica, à taxa conhecida ou potencial de erro e à aceitação pela comunidade científica especializada (ESTADOS UNIDOS, 1993).

Deste modo, a admissibilidade da prova científica deixou, portanto, de depender exclusivamente da aceitação geral do método pela comunidade científica, passando também a exigir controle judicial acerca da confiabilidade metodológica do conhecimento produzido, conforme o padrão *Daubert*.

Dentro desse contexto, ao analisar o caso *United States v. Semrau*, anteriormente citado, Sousa observa que a defesa apresentou exame de ressonância magnética funcional como forma de demonstrar a veracidade das declarações prestadas pelo acusado. Entretanto, o Tribunal recusou a admissibilidade da prova ao fundamento de que inexistia “aceitação geral daquele método na comunidade científica”, bem como em razão da “diferença entre os resultados obtidos em laboratório e o uso daqueles métodos na vida real” (SOUSA, 2017, p. 889).

Conforme destaca a autora, a aferição da confiabilidade da palavra por meio desses exames ocorre “num ambiente controlado, onde as emoções e os motivos são necessariamente distintos da vivência real da mentira enquanto processo espontâneo” (SOUSA, 2017, p. 888), ou seja, os resultados obtidos em condições experimentais nem sempre reproduzem a complexidade psicológica presente nas situações concretas que geraram os fatos que foram submetidos à apreciação judicial.

Outro ponto problemático consiste na possibilidade de excessiva influência persuasiva dessas provas perante magistrados e jurados. Conforme observa a doutrina, a prova científica possui uma aparência de autoridade que torna particularmente difícil ao juiz formular uma valoração autônoma e independente do parecer pericial (RASSI, 2017, p. 230), o que eleva o risco de atribuição de credibilidade excessiva à prova neurocientífica, sobretudo diante da exibição de neuroimagens, gráficos cerebrais e relatórios técnicos.

Esse risco torna-se ainda mais pronunciado quando se considera que as neurotecnologias possuem potencial para permitir o acesso a pelo menos alguns componentes das informações mentais do indivíduo (IENCA; ANDORNO, 2017, p. 1), o que evidencia que os avanços neurocientíficos ultrapassam a mera discussão sobre eficiência técnica dos mecanismos de obtenção da prova.

Trata-se de problemática que incide diretamente sobre direitos humanos sensíveis da contemporaneidade, notadamente a privacidade, a liberdade de pensamento, a integridade mental e o princípio da não autoincriminação, alcançando a esfera mais íntima da personalidade humana (IENCA; ANDORNO, 2017, p. 5). Logo, a utilização de tecnologias neurocientíficas no processo penal exige o necessário cuidado, especialmente para evitar a relativização de garantias fundamentais conquistadas ao longo da história.

3.2 RISCOS ALGORÍTMICOS E GARANTIAS FUNDAMENTAIS DO ACUSADO

Questão semelhante também pode ser identificada na utilização da inteligência artificial aplicada ao processo penal, especialmente diante da possibilidade de reprodução de vieses algorítmicos. Conforme observam Kahneman et al. (2021, p. 558), “Se um algoritmo é treinado em um conjunto de dados enviesado, também será enviesado”, podendo inclusive tornar-se “mais confiavelmente enviesado do que juízes humanos”. Isso demonstra que a pretensa neutralidade tecnológica nem sempre corresponde à realidade da aplicação processual, sobretudo quando os sistemas são alimentados por bases de dados que podem ser marcadas por dados distorcidos.

Na mesma linha, Santos e Nanartonis (2025, p. 66) advertem que “um dos maiores riscos das tecnologias neurais e da IA é o desconhecimento dos seus algoritmos por parte dos usuários, o que pode gerar decisões enviesadas e invasões à privacidade mental”. A utilização dessas ferramentas no processo penal passa, portanto, a exigir mecanismos de transparência, auditabilidade e controle jurisdicional compatíveis com as garantias fundamentais inerentes ao devido processo legal.

Nesse cenário, ganha especial relevância o denominado *black box problem*, expressão utilizada para designar a opacidade existente em determinados sistemas computacionais complexos. Segundo Sousa (2020, p. 24), “o tratamento algorítmico dos dados, segundo uma estrutura não-linear, torna opaco o processo que conduz a determinado resultado, ficando por explicar como tudo aconteceu”, ou seja, nem mesmo os próprios programadores podem conseguir explicar quais caminhos lógicos levaram o sistema à determinada conclusão.

Tal circunstância produz reflexos diretos sobre a legitimidade da utilização dessas ferramentas no processo penal, sobretudo porque o acusado pode ser submetido a decisões judiciais influenciadas por mecanismos cuja lógica interna não é plenamente acessível, auditável ou compreensível. Em um sistema processual orientado pelas garantias constitucionais do contraditório, da ampla defesa e da motivação das decisões judiciais, a utilização de conclusões produzidas por sistemas opacos demanda extrema cautela.

Assim, embora as novas tecnologias possuam potencial para contribuir com a reconstrução dos fatos e para a racionalização da atividade jurisdicional, sua utilização deve ocorrer de maneira complementar e crítica, jamais substituindo o dever do magistrado de fundamentar racionalmente suas decisões a partir da análise global do conjunto probatório produzido sob o crivo do contraditório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar o papel das provas neurocientíficas e das tecnologias baseadas em inteligência artificial na atividade jurisdicional penal, avaliando suas potencialidades e seus limites na busca da verdade processual. Os objetivos propostos foram alcançados. Examinou-se a relação entre verdade, prova e limites epistemológicos no processo penal, identificando-se as fragilidades cognitivas que afetam os meios de prova tradicionais, especialmente a prova testemunhal. Em seguida, descreveram-se as principais tecnologias neurocientíficas disponíveis e analisaram-se casos concretos da experiência norte-americana nos quais essas ferramentas foram efetivamente utilizadas. A análise realizada permitiu constatar que os avanços da neurociência, da psicologia comportamental e da inteligência

artificial passaram a influenciar, de maneira crescente, os debates relacionados à produção, admissibilidade e valoração da prova no processo penal.

Exames neurocientíficos e sistemas de inteligência artificial passaram, gradativamente, a integrar o cenário jurídico contemporâneo, sobretudo em razão de sua potencial capacidade de auxiliar a compreensão do comportamento humano.

Entretanto, verificou-se que a incorporação dessas tecnologias ao processo penal não pode ocorrer de maneira irrefletida ou dissociada das garantias fundamentais inerentes ao devido processo legal. Conforme demonstrado ao longo do trabalho, tanto os exames neurocientíficos quanto os sistemas algorítmicos apresentam limitações metodológicas e problemas relacionados à transparência e à auditabilidade de seus resultados, o que impõe cautela quanto à sua utilização como instrumentos de formação da convicção judicial.

Em meio a esse panorama, a experiência norte-americana analisada neste estudo evidenciou a tensão entre a potencialidade tecnológica e a confiabilidade científica. Os casos *Atkins v. Virginia*, *United States v. Semrau*, *State of Florida v. Grady Nelson*, *People v. Weinstein* e *State v. Loomis* demonstram que as tecnologias neurocientíficas e algorítmicas já ultrapassaram o campo exclusivamente acadêmico, passando a influenciar concretamente decisões judiciais relacionadas à responsabilidade penal, à dosimetria da pena e à avaliação do risco de reincidência.

Ao mesmo tempo, a avaliação dos padrões *Frye* e *Daubert* revelou que a admissibilidade da prova científica exige não apenas aceitação pela comunidade científica especializada, mas também controle jurisdicional acerca da confiabilidade metodológica da técnica empregada. Tal constatação reforça a exigência de que o magistrado exerça papel ativo na verificação crítica da validade científica dessas novas ferramentas, especialmente diante do risco de atribuição de excessiva credibilidade à prova revestida de aparente cientificidade.

Também se verificou que os desafios relacionados à inteligência artificial ultrapassam a mera discussão sobre eficiência tecnológica. Conforme advertido pela doutrina, sistemas algorítmicos podem reproduzir vieses existentes nas próprias bases de dados utilizadas para seu treinamento, além de operarem, muitas vezes, mediante estruturas opacas de difícil compreensão, fenômeno identificado como *black box problem*. Destarte, em um sistema processual estruturado sobre o contraditório, a ampla defesa e a fundamentação racional das decisões judiciais, a utilização de mecanismos não plenamente auditáveis exige controle ainda mais rigoroso.

Também se observou que a crescente utilização de tecnologias preditivas e ferramentas algorítmicas de apoio à decisão judicial exige o desenvolvimento de critérios normativos

capazes de compatibilizar inovação tecnológica com o garantismo penal. Dessa forma, a pretensa neutralidade atribuída aos sistemas computacionais não afasta a necessidade de fiscalização permanente acerca da origem dos dados utilizados, dos critérios empregados pelos algoritmos e da possibilidade de reprodução automatizada de vieses incompatíveis com o modelo constitucional de processo penal.

Cumprido reconhecer, contudo, que o presente estudo apresenta limitações que merecem ser sinalizadas. A análise de casos concretos ficou restrita à experiência norte-americana, em razão da maior disponibilidade de precedentes judiciais envolvendo provas neurocientíficas naquele ordenamento. Além disso, a ausência de legislação brasileira específica sobre a admissibilidade dessas provas impediu uma análise comparativa mais aprofundada com o sistema processual penal nacional. Essas limitações apontam para a necessidade de pesquisas futuras que examinem a aplicabilidade dos critérios *Frye* e *Daubert* ao processo penal brasileiro, bem como a possibilidade de regulamentação normativa do uso de sistemas algorítmicos de avaliação de risco na execução penal no Brasil.

Conclui-se, assim, que as novas tecnologias aplicadas ao processo penal possuem potencial para contribuir com a reconstrução dos fatos e para o aperfeiçoamento da atividade jurisdicional, desde que utilizadas de maneira complementar, crítica e submetidas a rigoroso controle jurídico-científico. A busca da verdade processual, embora constitua relevante finalidade do processo, não pode justificar a relativização das garantias fundamentais nem a adoção acrítica de tecnologias ainda marcadas por riscos de violação de direitos. O avanço tecnológico, portanto, deve caminhar em conjunto com o fortalecimento das garantias processuais, e não em substituição a elas.

REFERÊNCIAS

BADARÓ, Gustavo Henrique. *Epistemologia judiciária e prova penal*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.

BÍBLIA. *Bíblia Sagrada*. Tradução de João Ferreira de Almeida. Revista e Corrigida. Barueri: Sociedade Bíblica do Brasil, 2009.

DU, Yu. *The application of neuroscience evidence on court sentencing decisions: suggesting a guideline for neuro-evidence*. *Seattle Journal for Social Justice*, Seattle, v. 18, n. 2, p. 493-524, 2020. Disponível em: <https://digitalcommons.law.seattleu.edu/sjsj/vol18/iss2/19>. Acesso em: 11 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Supreme Court. *Atkins v. Virginia*, 536 U.S. 304 (2002). Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/supct/html/00-8452.ZD1.html>. Acesso em: 6 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Supreme Court. *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals*, 509 U.S. 579 (1993). Disponível em: <https://tile.loc.gov/storage-services/service/ll/usrep/usrep509/usrep509579/usrep509579.pdf>. Acesso em: 10 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Iowa Supreme Court. *Harrington v. State*, 659 N.W.2d 509 (Iowa 2003). Disponível em: <https://caselaw.findlaw.com/court/ia-supreme-court/1014599.html>. Acesso em: 11 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Court of Appeals of the District of Columbia. *Frye v. United States*, 293 F. 1013 (D.C. Cir. 1923). Disponível em: <https://nys-fjc.ca2.uscourts.gov/programs/10-4-18%20Frye%20v%20US.pdf>. Acesso em: 10 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Wisconsin Supreme Court. *State of Wisconsin v. Eric L. Loomis*, 881 N.W.2d 749 (Wis. 2016). Disponível em: <https://www.wicourts.gov/sc/opinion/DisplayDocument.pdf?content=pdf&seqNo=171690>. Acesso em: 6 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. United States Court of Appeals for the Sixth Circuit. *United States of America v. Lorne Semrau*, No. 11-5396, decided Sept. 7, 2012. Disponível em: <https://cases.justia.com/federal/appellate-courts/ca6/11-5396/11-5396-2012-09-07.pdf?ts=1411025836>. Acesso em: 6 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Supreme Court of New York, New York County. *People v. Weinstein*, 156 Misc. 2d 34, 591 N.Y.S.2d 715 (Sup. Ct. N.Y. County 1992). Disponível em: <https://www.courtlistener.com/opinion/6341202/people-v-weinstein/>. Acesso em: 11 maio 2026.

ESTADOS UNIDOS. Circuit Court of the 11th Judicial Circuit, Miami-Dade County. *State of Florida v. Grady Nelson*, No. F05-00846 (11th Jud. Cir., Miami-Dade County, 2010).

IENCA, Marcello; ANDORNO, Roberto. *Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology*. *Life Sciences, Society and Policy*, v. 13, n. 1, 2017. DOI: 10.1186/s40504-017-0050-1

JONES, Owen D.; MAROIS, René; FARAH, Martha J.; GREELY, Henry T. Law and neuroscience. *The Journal of Neuroscience*, v. 33, n. 45, p. 17624–17630, 6 nov. 2013.

KAHNEMAN, Daniel. *Rápido e devagar: duas formas de pensar*. Tradução de Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

KAHNEMAN, Daniel; SIBONY, Olivier; SUNSTEIN, Cass R. *Ruído: uma falha no julgamento humano*. Tradução de Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2021.

MARDEN, Carlos; WYKROTA, Leonardo Martins. Neurodireito: o início, o fim e o meio. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 48-63, 2018. DOI: 10.5102/rbpp.v8i2.5307

RASSI, João Daniel. *Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração*. 2017. 300 f. Tese (Doutorado em Direito Processual Penal) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

ROSENTHAL, Hilary. *Scanning for Justice: Using Neuroscience to Create a More Inclusive Legal System*. Columbia Human Rights Law Review, New York, v. 50, n. 3, p. 290-338, 2019.

SANTOS, Maria Celeste Cordeiro Leite dos; NANARTONIS, Maria Aparecida de Souza. Neurodireitos e seus desafios éticos à luz da regulação das neurotecnologias e da inteligência artificial. *Revistas Fronteiras Interdisciplinares do Direito*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 50-69, 2025. DOI: 10.23925/2596-3333.v1n1.72345

SOUSA, Susana Aires de. Neurociências e processo penal: verdade *ex machina*? In: COSTA, José de Faria et al. (org.). *Estudos em homenagem ao Prof. Doutor Manuel da Costa Andrade*. Volume II: Direito Penal; Direito Processual Penal. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2017.

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*, Brasília, DF, n. 14, p. 21-37, jul./dez. 2020.

STEELE, Katelyn L.; ORTH, Scott. The legacy of *Atkins v. Virginia* and its impact on *Fuston v. State*. *The Journal of the American Academy of Psychiatry and the Law*, v. 49, n. 4, p. 601-609, 2021. DOI: 10.29158/JAAPL.210091-21.

TARUFFO, Michele. *A prova*. São Paulo: Marcial Pons, 2014.