



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE DIREITO, NEGÓCIOS E COMUNICAÇÃO
NÚCLEO DE PRÁTICA JURÍDICA
COORDENAÇÃO ADJUNTA DE TRABALHO DE CURSO
MONOGRAFIA JURÍDICA**

**NEUROCRIMINOLOGIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O DIREITO PE-
NAL: IMPLICAÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS**

ORIENTANDA - GEOVANA SILVA PÔRTO

ORIENTADOR - PROF. MS – FERNANDO GOMES RODRIGUES

**GOIÂNIA-GO
2025**

GEOVANA SILVA PÔRTO

NEUROCRIMINOLOGIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O DIREITO PENAL: IMPLICAÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS

Monografia Jurídica apresentada à disciplina Trabalho de Curso II, da Escola de Direito, Negócios e Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUCGOIÁS).
Prof. Orientador: Me. Fernando Gomes Rodrigues.

GOIÂNIA-GO
2025

GEOVANA SILVA PÔRTO

**NEUROCRIMINOLOGIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O DIREITO PENAL:
IMPLICAÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS**

Data da Defesa: 04.06.2025

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Me. Fernando Gomes Rodrigues

Nota:

Examinador Convidado: Prof. Esp. Irisvan Viana

Nota:

Dedico este trabalho a todas as crianças da favela, que são a luz que ilumina minha jornada e a razão pela qual sigo acreditando em um futuro melhor. Eu acredito em você, assim como alguém um dia acreditou em mim. Que esta conquista seja um reflexo da nossa resiliência e do nosso brilho, que nunca se apaga, não importa o quão desafiador seja o caminho.

AGRADECIMENTOS

Completar a graduação é como cruzar um rio, com correntes desafiadoras e margens distantes, mas nunca estive sozinha nessa travessia. A Deus, meu guia e fonte de amor, agradeço pela vida, pela força e pela clareza que me trouxe até aqui. Que Sua luz continue a iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Roberto Sena Pôrto e Joseane Santos Silva, minha eterna gratidão. Meu pai, mesmo distante, foi uma presença formativa, e minha mãe, com sua força inabalável, foi o pilar que me sustentou. Seu amor, sacrifício e coragem moldaram minha vida e trajetória acadêmica. Não há palavras suficientes para expressar minha gratidão, mas espero que o orgulho que sente por mim seja uma fração do que sinto por ser sua filha.

À minha irmã, Gleiciane Silva Santos, sou imensamente grata por todo o seu amor e apoio.

Aos meus tios, Carla Camacho e Sidney Polachini, agradeço pela generosidade e pelo apoio a mim e à minha família. Suas ações são um exemplo que levarei comigo.

A todos que fizeram parte desta jornada, minha eterna gratidão. Cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e incentivo foram fundamentais para que eu alcançasse este momento. Sem vocês, este sonho não seria possível.

NEUROCRIMINOLOGIA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O DIREITO PENAL: IMPLICAÇÕES, AVANÇOS E DESAFIOS

Geovana Silva Pôrto¹

A neurocriminologia surge como um campo transformador no Direito Penal, desafiando paradigmas centenários ao integrar descobertas neurocientíficas à análise da imputabilidade e responsabilidade criminal. Este estudo investiga como disfunções cerebrais, como lesões no córtex pré-frontal, transtornos psiquiátricos ou desequilíbrios neuroquímicos, influenciam a capacidade de autodeterminação, questionando a noção clássica de livre-arbítrio como fundamento exclusivo da culpabilidade. Por meio de revisão sistemática da literatura e análise de casos emblemáticos (como o de Phineas Gag), demonstra-se que avanços tecnológicos, ressonância magnética funcional, eletroencefalografia e genética comportamental, permitem identificar padrões neurológicos associados a comportamentos antissociais, oferecendo subsídios para individualizar penas e propor intervenções terapêuticas. Além de destacar contribuições práticas, como a atenuação de penas para adolescentes (cujo cérebro em desenvolvimento afeta o controle inibitório) ou a substituição do encarceramento por tratamentos em casos de transtornos comprovados, o trabalho aborda os desafios éticos dessa integração. Discute-se o risco de reducionismo biológico, que poderia banalizar a responsabilidade moral, e a necessidade de equilibrar evidências científicas com garantias jurídicas, como a presunção de inocência e a dignidade humana. Conclui-se que a neurocriminologia, embora revolucione a dogmática penal ao propor critérios mais precisos para avaliação da imputabilidade, exige regulamentação rigorosa para evitar distorções. Seu potencial reside na humanização da justiça, conjugando punição proporcional à capacidade cognitiva do agente com estratégias preventivas baseadas em diagnósticos neuropsicológicos, sem descuidar dos princípios fundantes do Estado Democrático de Direito.

Palavras-chave: Neurocriminologia; Direito Penal; Imputabilidade; Responsabilidade Penal; Ciência.

ABSTRACT

Neurocriminology has emerged as a transformative field in Criminal Law, challenging centuries-old paradigms by integrating neuroscientific discoveries into the analysis of imputability and criminal responsibility. This study investigates how brain dysfunctions, such as lesions in the prefrontal cortex, psychiatric disorders or neurochemical imbalances, influence the capacity for self-determination, questioning the classical notion of free will as the exclusive basis for guilt. Through a systematic review of the literature and analysis of emblematic cases (such as that of Phineas Gag), it is demonstrated that

¹Graduanda do curso de Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Conciliadora Judicial, com certificação em Comunicação Não Violenta, Empatia e Cooperação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e em Essência da Justiça Restaurativa pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ). Participante do Grupo de Estudos em Direito da Mulher e do Grupo de Estudos Étnico-Raciais “Esperança Garcia” da Escola Judicial de Goiás (EJUG).

technological advances, functional magnetic resonance imaging, electroencephalography and behavioral genetics, allow the identification of neurological patterns associated with antisocial behavior, offering support for individualizing sentences and proposing therapeutic interventions. In addition to highlighting practical contributions, such as the mitigation of sentences for adolescents (whose developing brains affect inhibitory control) or the replacement of incarceration with treatments in cases of proven disorders, the work addresses the ethical challenges of this integration. The risk of biological reductionism, which could trivialize moral responsibility, and the need to balance scientific evidence with legal guarantees, such as the presumption of innocence and human dignity, are discussed. The conclusion is that neurocriminology, although it revolutionizes criminal dogma by proposing more precise criteria for assessing imputability, requires strict regulation to avoid distortions. Its potential lies in the humanization of justice, combining punishment proportional to the agent's cognitive capacity with preventive strategies based on neuropsychological diagnoses, without neglecting the founding principles of the Democratic State of Law.

Keywords: Neurocriminology; Criminal Law; Imputability; Criminal Liability; Science.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. FUNDAMENTOS DA NEUROCRIMINOLOGIA:.....	12
1.1 CONCEITO E EVOLUÇÃO	12
1.2 RELAÇÃO ENTRE NEUROCIENCIA, COMPORTAMNETO CRIMINOSO E DIREITO PENAL	14
2. APLICAÇÕES DA NEUROCRIMINOLOGIA NO DIREITO PENAL:	18
2.1 - CONTRIBUIÇÕES PARA A COMPREENSÃO DA CRIMINALIDADE	18
2.2 IMPUTABILIDADE PENAL.....	21
2.3 A NEUROCIENCIA E SEUS REFLEXOS NA IMPUTABILIDADE.....	27
3. AVANÇOS E PESPECTIVAS FUTURAS:	32
3.1 NOVAS TECNOLOGIAS E SUA APLICABILIDADE NO DIREITO PENAL.....	32
3.2 TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA INTERSEÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIA E DIREITO:.....	35
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS:.....	44

INTRODUÇÃO

A neurocriminologia representa uma revolução no Direito Penal contemporâneo, promovendo um diálogo interdisciplinar entre as ciências neurológicas e os fundamentos jurídicos da responsabilidade criminal. Este campo questiona os alicerces tradicionais da imputabilidade penal e propõe uma reformulação dos critérios de culpabilidade com base nas descobertas sobre o funcionamento cerebral. Historicamente, o sistema penal fundamentou-se em pressupostos filosóficos de livre-arbítrio e autonomia da vontade; no entanto, evidências neurocientíficas demonstram que fatores biológicos, como lesões corporais ou distúrbios neuroquímicos, podem comprometer significativamente a capacidade de autodeterminação do indivíduo.

O avanço da neurocriminologia foi impulsionado por tecnologias recentes, como a ressonância magnética funcional (fMRI) e a tomografia por emissão de pósitrons (PET). Essas ferramentas permitem visualizar em tempo real a atividade cerebral, identificando correlações entre disfunções no córtex pré-frontal, responsável pelo controle de impulsos e tomada de decisões e comportamentos antissociais. Tais descobertas geram implicações profundas para o Direito Penal, especialmente na avaliação da capacidade cognitiva e volitiva dos agentes no momento do delito.

Este trabalho tem como objetivo analisar como a neurocriminologia pode contribuir para reformular os parâmetros de imputabilidade penal, oferecendo subsídios científicos para uma justiça criminal mais justa e individualizada. A hipótese de pesquisa sustenta que a integração de evidências neurocientíficas ao sistema penal permite avaliar com maior precisão a responsabilidade penal, desde que equilibrada por princípios éticos e jurídicos. A pesquisa estrutura-se em três eixos: (1) análise crítica do conceito de livre-arbítrio frente às evidências neurocientíficas; (2) exame de caso concreto em que condições neurológicas impactaram o comportamento; e (3) discussão dos limites éticos e jurídicos da aplicação dessas descobertas no sistema penal.

A metodologia combina revisão bibliográfica sistemática de obras fundamentais, como os estudos de Adrian Raine sobre as bases neurais da violência (RAINE, 2013), com análise de controles nacionais e internacionais que incorporam elementos neurocriminais.

A relevância acadêmica desta investigação reside em sua abordagem inovadora, que supera dicotomias entre determinismo biológico e responsabilidade moral. Socialmente, o estudo é pertinente ao contexto brasileiro, onde o sistema penal enfrenta superlotação carcerária e ineficácia na ressocialização, evidenciando a necessidade de novos paradigmas para a justiça criminal.

Ao longo dos capítulos, demonstra-se que a neurocriminologia não busca esvaziar a responsabilidade penal, mas aprimorá-la, alinhando-a às complexidades do funcionamento cerebral. A disciplina posiciona-se como uma ponte entre o rigor científico e a humanização do Direito, propondo que a sanção penal considere não apenas o ato delitivo, mas também as condições neuropsicológicas do agente. Esse equilíbrio entre avanço científico e garantias fundamentais constitui o centro desta pesquisa.

1. FUNDAMENTOS DA NEUROCRIMINOLOGIA:

1.1 CONCEITO E EVOLUÇÃO

A neurocriminologia se destaca como um campo científico interdisciplinar que combina os conhecimentos da neurociência com os estudos criminológicos, oferecendo uma perspectiva inovadora para entender o comportamento criminoso. Essa abordagem examina de forma detalhada como o funcionamento do cérebro - especialmente em áreas como o córtex pré-frontal (que controla impulsos e tomada de decisões) e o sistema límbico (relacionado às emoções) - se conecta com fatores psicológicos e sociais para influenciar atitudes violentas. Ao unir esses diferentes aspectos, a neurocriminologia apresenta uma visão mais completa sobre as causas da criminalidade, indo além de explicações simplistas.

Esses conhecimentos trazem importantes contribuições para o sistema de justiça, desde a avaliação mais precisa da capacidade de entendimento e autocontrole dos envolvidos em crimes até o desenvolvimento de métodos mais eficazes de prevenção e reintegração social. A neurocriminologia permite criar estratégias que consideram as particularidades de cada indivíduo, sempre respeitando os princípios éticos e legais que protegem os direitos fundamentais (Ribeiro, 2017).

Nesse aspecto, Adrian Raine, em sua obra *A Anatomia da Violência*, afirma que:

“Em primeiro lugar, a genética molecular e comportamental está progressivamente demonstrando que muitos comportamentos têm, em parte, uma base genética. Os genes moldam o funcionamento fisiológico, que, por sua vez, afeta o pensamento, a personalidade e o comportamento – incluindo a propensão a quebrar as leis locais, quaisquer que sejam. Em segundo, avanços revolucionários nos exames de imagem do cérebro estão abrindo uma nova janela para as bases biológicas do crime. Em conjunto, esses dois avanços estão nos propelindo para uma redefinição de nosso senso de si. Juntos, eles nos colocaram no limiar da nova área que eu chamo de neurocriminologia – a base neural para o crime –, a qual envolve a aplicação dos princípios e técnicas da neurociência para entender as origens do comportamento antissocial. Por meio de uma melhor compreensão dessas origens, vamos melhorar nossa capacidade de prevenir a miséria e combater as causas do crime. A anatomia da violência engloba essa nova, excitante e vibrante abordagem à área da criminologia, que o próprio Lombroso produziu, mas havia sido praticamente abandonada ao longo do século XX..” (Raine, 2013, p. 23).

Esse campo não se limita à análise anatômica, mas examina as bases

biológicas que moldam a interação do ser humano com o ambiente e suas respostas adaptativas. Embora a neurocriminologia revele uma complexidade imensa, registros históricos mostram que civilizações antigas já tinham algum entendimento sobre o cérebro. Por exemplo, crânio com mais de 7.000 anos apresentam marcas de trepanações (buracos feitos no crânio), o que pode indicar evidências de tratamento para condições associadas a distúrbios neurológicos ou psiquiátricos. (Bear et al., 2017).

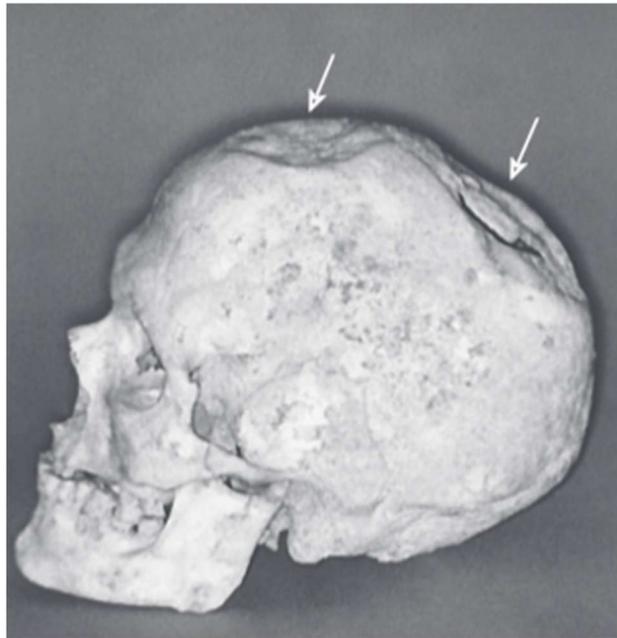


Figura 1 (Bear et al., 2017).

(Maiorano, 2018) em sua tese *L'impatto delle neuroscienze sul diritto penale*, evidencia que, apesar dos avanços tecnológicos contemporâneos terem impulsionado exponencialmente o desenvolvimento das neurociências, a relação entre esta disciplina e o estudo do comportamento humano não constitui uma novidade histórica. Já no século XIX, observavam-se tentativas de articular os achados neurocientíficos incipientes da época com a análise da conduta criminosa, estabelecendo os primeiros alicerces de uma interface entre ciência e direito. Foi precisamente em meados do mesmo século que emergiram investigações pioneiras direcionadas à justiça penal, destacando-se, nesse contexto, as teorias de Cesare Lombroso sobre a figura do "criminoso nato", um marco que, embora posteriormente questionado em seus pressupostos deterministas, lançou as bases para a criminologia moderna ao associar características biológicas e neurológicas à propensão ao delito.

(Maiorano,2018) pontua a metodologia de análise utilizada por Lombroso, que se baseava em critérios anatômicos, conforme se depreende seguinte da passagem:

“Il delinquente viene analizzato da Lombroso da un punto di vista medico-anatomico: conformazione del cranio, delle braccia, degli zigomi, della fronte, analisi degli istinti morali e, infine, la storia familiare e sociale del criminale; l'autore del reato è posto ora al centro dell'indagine e lo si studia non più come fonte di prova, ma come enigma psicologico da risolvere in vista di una diagnosi accurata di pericolosità” (MAIORANO, 2018, pags 3 e 4).²

Verifica-se que a neurocriminologia configura-se como a convergência entre a neurociência e o direito penal, com o propósito de analisar o indivíduo para além de sua base biopsicossocial, considerando aspectos neurobiológicos determinantes na compreensão da criminalidade. Ademais, embora a neurociência tenha raízes históricas que remontam a séculos passados, sua interseção com a neurocriminologia, sob uma perspectiva mais sistematizada, tornou-se mais evidente a partir do século XIX, sobretudo com os postulados de Cesare Lombroso.

A evolução desse campo permitiu o desenvolvimento de metodologias que integram variáveis biológicas, psicológicas e socioculturais na explicação do comportamento delitivo. No âmbito jurídico-penal, a incorporação desses conhecimentos científicos possibilita um refinamento dos critérios de imputabilidade, assegurando que a responsabilização penal seja compatibilizada com as influências neurobiológicas que permeiam a conduta criminoso.

Dessa forma, a neurocriminologia consolida-se como um instrumento indispensável para o avanço da dogmática penal, promovendo uma abordagem mais equitativa e fundamentada na individualização da pena, além de contribuir para a formulação de estratégias eficazes voltadas à prevenção da criminalidade

1.2 RELAÇÃO ENTRE NEUROCIENCIA, COMPORTAMNETO CRIMINOSO E DIREITO PENAL

² O criminoso é analisado por Lombroso do ponto de vista médico-anatômico: a forma do crânio, dos braços, das maçãs do rosto, da testa, análise dos instintos morais e, finalmente, a história familiar e social do criminoso; o autor do crime passa a ser colocado no centro da investigação e é estudado não mais como fonte de prova, mas como enigma psicológico a ser resolvido em vista de um diagnóstico preciso de periculosidade

Compreender a relação entre neurociência, comportamento criminoso e Direito Penal exige analisar a evolução dos estudos neurocientíficos. A neurociência contemporânea dedica-se a investigações aprofundadas sobre o funcionamento cerebral e seus impactos no comportamento humano, superando teorias antigas, como as de Cesare Lombroso, que se baseavam em características físicas, como o formato do crânio e da mandíbula.

Embora Lombroso seja um marco histórico, suas teorias deterministas foram superadas. A neurocriminologia atual foca no mapeamento cerebral, examinando como áreas do encéfalo influenciam condutas antissociais, como observado em casos como o de Phineas Gage, onde lesões no córtex pré-frontal alteraram drasticamente o comportamento. Essa abordagem permite identificar fatores neurológicos associados a comportamentos desviantes, estabelecendo um novo paradigma na interseção entre neurociência e Direito Penal (Marino; Laport, 2021).

A neurocriminologia contemporânea utiliza neuroimagem, como a ressonância magnética funcional (fMRI), para compreender a relação entre disfunções cerebrais e comportamentos criminosos, oferecendo uma análise técnica da imputabilidade penal. Essa perspectiva considera a biologia evolucionista, fundamentada por Charles Darwin e desenvolvida por autores como Richard Dawkins. A psicologia evolucionista argumenta que o comportamento humano resulta de processos evolutivos, moldados por fatores biológicos e socioculturais. Assim, é essencial distinguir condutas primitivas de padrões culturais, reconhecendo como o avanço da civilização influencia o controle de instintos. Recursos de sobrevivência, por exemplo, moldaram decisões individuais e normas coletivas, ampliando as análises neurológicas e psicológicas. Nesse sentido, Marino e Laport afirmam:

“Tal panorama histórico é essencial para a análise do comportamento criminoso, uma vez que pode ser possível, a partir dessa base histórica, traçar relações entre diferentes contextos, simulando os efeitos deles nas ações humanas, porém sem perder de vista uma perspectiva científicista, voltada à análise do condicionamento natural (traços de personalidade, processos cognitivos, distúrbios, traumas etc.) como fator elementar do comportamento violento. (Marino; Laport, 2021, p.02)”

Essa compreensão evolucionária do comportamento humano é crucial para avaliar a imputabilidade penal, pois revela como fatores biológicos, como predisposições genéticas ou alterações neurobiológicas, interagem com condições socioculturais, como ambientes marcados por vulnerabilidade social ou ausência de estruturas de apoio, na formação das condutas criminosas. A neurocriminologia consolida-se como um campo transformador no Direito Penal, ao promover uma abordagem interdisciplinar que integra neurociência, psicologia, criminologia e ciências sociais para decifrar as raízes múltiplas dos comportamentos transgressores. Por meio de neurotecnologias avançadas, como a ressonância magnética funcional (fMRI) e a tomografia por emissão de pósitrons (PET), é possível mapear atividades cerebrais e identificar disfunções em regiões como o córtex pré-frontal, responsável pelo controle de impulsos, ou o sistema límbico, associado às respostas emocionais, que podem contribuir para comportamentos violentos. Tais descobertas ampliam a compreensão das limitações cognitivas e volitivas que afetam a capacidade de autodeterminação do agente, oferecendo uma análise mais nuançada da responsabilidade penal. Por exemplo, indivíduos expostos a contextos de extrema privação social podem apresentar maior suscetibilidade a condutas impulsivas, especialmente se combinadas com alterações neurobiológicas, como as observadas em estudos de psicopatia. Essa abordagem transcende interpretações simplistas do delito, que desconsideram a complexa interação entre biologia e ambiente. Além disso, a neurocriminologia abre perspectivas para a prevenção de comportamentos criminosos, ao propor intervenções baseadas em saúde pública, como melhorias na nutrição e cuidados pré-natais, que podem mitigar fatores de risco biológicos e sociais. Contudo, o uso de neuroimagens enfrenta limitações significativas, pois, conforme destacado, essas tecnologias não captam a subjetividade emocional ou o contexto específico do ato criminoso, exigindo uma interpretação cautelosa para evitar reducionismos biológicos. Tais reducionismos poderiam levar a estigmatizações indevidas ou comprometer a dignidade humana, violando princípios éticos fundamentais do Direito Penal, como a presunção de inocência. Portanto, a aplicação da neurocriminologia requer um compromisso ético rigoroso, que equilibre o rigor científico com o respeito à complexidade do comportamento humano. Assim, a neurocriminologia não apenas ilumina as bases biológicas e contextuais do comportamento criminoso, mas também aponta para um sistema penal inovador, ancorado na interdisciplinaridade e na ciência. Esse novo paradigma tem o

potencial de promover uma justiça mais equitativa, compassiva e preventiva, que reconheça as limitações dos indivíduos, fomente a ressocialização e fortaleça os alicerces do Estado Democrático de Direito, contribuindo para uma sociedade mais humana, inclusiva e resiliente.

2. APLICAÇÕES DA NEUROCRIMINOLOGIA NO DIREITO PENAL:

2.1 CONTRIBUIÇÕES PARA A COMPREENSÃO DA CRIMINALIDADE

A Neurocriminologia tem se consolidado como um campo revolucionário na análise do comportamento criminoso, promovendo uma abordagem transdisciplinar que integra Neurociência e Psicanálise para desvendar as raízes da criminalidade. (Ribeiro, 2019) destaca que a Neurociência desempenha um papel crucial no Direito Penal e na Criminologia, ao investigar a voluntariedade das condutas criminosas, considerando a complexa interação entre fatores biológicos, como predisposições genéticas, e ambientais, como contextos de exclusão social e violência estrutural. A Psicanálise, por sua vez, complementa essa análise ao explorar o papel do inconsciente nas decisões volitivas, examinando como impulsos reprimidos e conflitos internos podem culminar em comportamentos transgressores. Essa integração permite uma compreensão mais ampla e matizada das motivações por trás do delito, desafiando visões simplistas que atribuem a criminalidade exclusivamente à escolha racional ou a fatores sociais isolados. Nesse contexto, (Ribeiro, 2019) enfatiza que a neurociência apresenta-se como um aporte necessário a ser utilizado para complementar questões existentes no Direito Penal e na Criminologia, através de experimentos que busquem identificar o cerne da voluntariedade no ato criminoso e a influência da sua interação com o ambiente. Essa abordagem interdisciplinar não apenas enriquece a análise criminológica, mas também promove uma avaliação mais precisa da imputabilidade penal, permitindo que o sistema de justiça penal seja mais justo e alinhado aos princípios do Estado Democrático de Direito.

No âmbito das ferramentas científicas, a Neurocriminologia utiliza métodos avançados, como a neuroimagem por ressonância magnética funcional (fMRI) e a genética molecular, para identificar fatores neurobiológicos associados a comportamentos violentos. A autora supramencionada explica que os genes desempenham um papel na regulação de neurotransmissores, como a serotonina e a dopamina, e que alterações genéticas podem predispor indivíduos a pensamentos ou comportamentos agressivos:

Definida como uma disciplina que estuda as causas de violência sob um viés biopsicossocial, a Neurocriminologia é responsável por realizar a análise de interação dos fatores biológicos e sociais, com o intuito de prevenir o crime e

a sua reincidência, através da identificação de fatores neurobiológicos que determinam comportamentos violentos²¹. A fim de ressocializar os indivíduos de forma mais adequada, tal ciência surge para garantir que a responsabilidade penal seja sopesada em conformidade com tais variáveis neurobiológicas, além de poder preveni-las através de diagnósticos de perfis com tendência violenta²². Sob essa perspectiva, a genética molecular e comportamental aliada aos estudos de neuroimagem, demonstra que os genes são capazes de moldar o funcionamento fisiológico, capaz de afetar pensamentos, comportamentos e personalidade do indivíduo. Para a genética comportamental, a composição genética do cérebro fica muito próxima à violência, pois a essência da pesquisa genética molecular é identificar genes específicos capazes de predispor a criminalidade nos indivíduos. Genes são os principais responsáveis por codificar o funcionamento dos neurotransmissores, substância química que comunica informações e transmite sinais de uma célula cerebral a outra. Desta forma, qualquer modificação genética e, por conseguinte, na codificação neuronal, pode causar pensamentos, comportamentos ou sentimentos agressivos. (Ribeiro, 2019, pg. 6).

No entanto, a autora ressalta que essas predisposições não determinam a criminalidade de forma isolada, mas interagem com fatores ambientais, como traumas na infância ou condições socioeconômicas adversas. Estudos citados, demonstram que aproximadamente 50% das variações comportamentais em gêmeos podem ser atribuídas a fatores genéticos, enquanto o ambiente molda significativamente a manifestação desses comportamentos:

Ao apresentar um estudo de mais de 100 análises com irmãos gêmeos e adotivos, Raine²⁵ esclarece que 50% da amostra apresentava uma variação de comportamento atribuído aos genes. Com a finalidade de avançar na área, a pesquisa genética busca predeterminar quais são os genes que uma vez retirados, modificariam o comportamento do indivíduo. Outro estudo realizado com camundongos, aponta que ao bloquear do organismo o gene monoaminooxidase A (MAO-A), os animais passariam a apresentar intensa agressividade, só retornando ao status quo após o gene ser reativado. (Ribeiro, 2019, pg. 6 e 7).

Além disso, a neuroimagem permite identificar alterações em regiões cerebrais, como o córtex pré-frontal e o sistema límbico, que estão associadas ao controle de impulsos e à regulação emocional, fornecendo evidências concretas para embasar decisões judiciais. Essa abordagem científica reforça a necessidade de considerar a interação entre biologia e ambiente, evitando tanto o determinismo biológico quanto o ambientalismo reducionista. A aplicação da Neurocriminologia no contexto da imputabilidade penal representa uma de suas contribuições mais significativas. (Ribeiro, 2019) Argumenta que a identificação de disfunções neurobiológicas, como alterações

no córtex pré-frontal, que comprometem o controle de impulsos, ou no sistema límbico, que regula emoções, pode diferenciar infratores que agem por escolha consciente daqueles com limitações volitivas significativas. Essa distinção é fundamental para garantir uma responsabilização penal proporcional, respeitando a capacidade de autodeterminação do agente. Por exemplo, indivíduos com disfunções neurobiológicas podem apresentar dificuldades em inibir comportamentos impulsivos, o que exige uma abordagem judicial que equilibre punição e reabilitação. Ribeiro destaca que essa perspectiva alinha-se aos princípios constitucionais do Estado Democrático de Direito, promovendo decisões judiciais mais individualizadas e justas (Ribeiro, 2019). Além disso, a Neurocriminologia desafia conceitos tradicionais de livre-arbítrio, incentivando o sistema penal a adotar uma visão mais nuançada da culpabilidade, que considere fatores biológicos e ambientais como elementos interdependentes na formação do comportamento criminoso.

Outro avanço significativo da Neurocriminologia está na sua capacidade de contribuir para a prevenção da criminalidade e a ressocialização dos infratores. Através de diagnósticos precoces, utilizando ferramentas como o Psychopathy Checklist-Revised (PCL-R) e exames de neuroimagem, é possível identificar indivíduos com maior propensão a comportamentos violentos, permitindo intervenções preventivas antes que delitos ocorram, um estudo realizado pontua que intervenções, como a suplementação alimentar com ômega-3, pode melhorar funções cognitivas, e terapias cognitivo-comportamentais, que ajudam a desenvolver habilidades de regulação emocional (Ribeiro, 2019). A autora também propõe uma “Neurocriminologia preventiva estatal”, que combina estratégias de reabilitação, como tratamentos farmacológicos e psicológicos, com políticas públicas voltadas à redução das desigualdades socioeconômicas e à promoção de ambientes familiares. Essa abordagem preventiva não apenas reduz a reincidência, mas também facilita a reintegração social dos infratores, promovendo uma justiça restaurativa. Contudo, Ribeiro alerta para os riscos do determinismo biológico, enfatizando que fatores ambientais, como a desestruturação familiar ou a exclusão social, são igualmente determinantes na gênese da criminalidade. Assim, a Neurocriminologia defende uma abordagem holística, que integre ciência e políticas sociais para enfrentar os desafios da violência.

Portanto, a Neurocriminologia consolida-se como um pilar fundamental para a evolução do Direito Penal, oferecendo uma compreensão científica e multifacetada

da criminalidade que transcende paradigmas punitivos tradicionais. Ao integrar Neurociência e Psicanálise, ela proporciona uma análise profunda das interações entre fatores biológicos e ambientais, promovendo uma justiça mais equitativa, que equilibra responsabilização, prevenção e reabilitação. Essa abordagem desafia o sistema penal a reconsiderar conceitos fundamentais, como livre-arbítrio e culpabilidade, reconhecendo que o comportamento criminoso resulta de uma complexa rede de influências neurobiológicas e sociais. A proposta de uma Neurocriminologia preventiva estatal, destaca o potencial transformador dessa disciplina, ao sugerir intervenções precoces, como diagnósticos baseados em neuroimagem e programas de reabilitação cognitiva, que podem reduzir a incidência de crimes e promover a reintegração social. Além disso, a Neurocriminologia levanta questões éticas cruciais, como a necessidade de evitar estigmas biológicos e garantir que as intervenções respeitem a dignidade humana. Ao alinhar o sistema de justiça aos princípios de humanidade, equidade e inclusão, essa disciplina contribui para a construção de uma sociedade mais segura e justa, capaz de enfrentar a criminalidade com base em evidências empíricas e uma visão humanizada do infrator. Assim, a Neurocriminologia não apenas redefine a abordagem do Direito Penal, mas também estabelece um novo paradigma para a prevenção da violência, com impactos profundos na política criminal e na promoção do bem-estar social.

2.2 IMPUTABILIDADE PENAL

A imputabilidade penal é um conceito fundamental no âmbito do Direito Penal, sendo um dos três elementos essenciais que compõem a culpabilidade, ao lado da consciência da ilicitude e da exigibilidade de conduta adversa. Ela refere-se à capacidade do agente de entender a ilicitude de sua conduta e de agir em conformidade com esse entendimento. Já a consciência da ilicitude está relacionada ao conhecimento de que o ato praticado é ilegal, enquanto a exigibilidade de conduta adversa se refere à possibilidade de exigir que o agente se comporte de acordo com as normas, considerando as circunstâncias do caso concreto.

Conforme expressa Damário de Jesus em suas palavras no que tange a imputabilidade:

“Imputar é atribuir a alguém a responsabilidade de alguma coisa. Imputabilidade penal é o conjunto de condições pessoais que dão ao agente capacidade para lhe ser juridicamente imputada a prática de um fato punível” (De Jesus, 2011, pg 513)

Partindo da raiz do conceito de imputabilidade, Guilherme Nucci expõe que:

“É o conjunto das condições pessoais, envolvendo inteligência e vontade, que permite ao agente ter entendimento do caráter ilícito do fato, comportando-se de acordo com esse conhecimento. O binômio necessário para a formação das condições pessoais do imputável consiste em sanidade mental e maturidade. (Nucci, 2014, pg. 241),”

Conforme a perspectiva do autor (Nucci, 2014), a imputabilidade penal está diretamente relacionada à capacidade do agente de compreender a ilicitude de seu comportamento e agir de acordo com esse entendimento. Para que um indivíduo seja considerado imputável, é imprescindível que ele possua saúde mental e maturidade suficientes para perceber as implicações legais de suas ações. A imputabilidade, portanto, exige uma análise das condições internas do agente, isto é, sua saúde mental e sua evolução emocional, pois são esses fatores que determinam se ele possui a aptidão necessária para distinguir entre o certo e o errado, e agir conforme esse discernimento.

Se o agente não é capaz de compreender o caráter ilícito de seu ato, seja por uma condição psíquica ou pela imaturidade, ele não deve ser responsabilizado da mesma maneira que alguém plenamente capaz. Em vez de responder com a pena prevista, o indivíduo poderá ser submetido a medidas de segurança, que visam, principalmente, a sua recuperação ou reabilitação, e não apenas a punição. Esse tratamento, voltado à proteção do agente e da sociedade, é considerado mais adequado, dado que o agente não tem plena consciência das consequências de seus atos. Logo, a imputabilidade exige que a responsabilização penal seja aplicada de acordo com a real capacidade do agente de compreender a ilicitude de sua conduta e as possíveis consequências legais.

A legislação penal não determina expressamente o que caracteriza a imputabilidade, mas seu significado pode ser interpretado com base na redação do artigo 26, 27 e 28 do Título III “**DA IMPUTABILIDADE PENAL**”, Código Penal Brasileiro:

Inimputáveis

Art. 26 - É isento de pena o agente que, por doença mental ou desenvolvimento mental incompleto ou retardado, era, ao tempo da ação ou da omissão, inteiramente incapaz de entender o caráter ilícito do fato ou de determinar-se de acordo com esse entendimento.

Redução de pena

Parágrafo único - A pena pode ser reduzida de um a dois terços, se o agente, em virtude de perturbação de saúde mental ou por desenvolvimento mental incompleto ou retardado não era inteiramente capaz de entender o caráter ilícito do fato ou de determinar-se de acordo com esse entendimento.

Menores de dezoito anos

Art. 27 - Os menores de dezoito anos são penalmente inimputáveis, ficando sujeitos às normas estabelecidas na legislação especial.

Emoção e paixão Embriaguez

Art. 28 - Não excluem a imputabilidade penal:

I - a emoção ou a paixão;

II - a embriaguez, voluntária ou culposa, pelo álcool ou substância de efeitos análogos.

§ 1º É isento de pena o agente que, por embriaguez completa, proveniente de caso fortuito ou força maior, era, ao tempo da ação ou da omissão, inteiramente incapaz de entender o caráter ilícito do fato ou de determinar-se de acordo com esse entendimento.

§ 2º A pena pode ser reduzida de um a dois terços, se o agente, por embriaguez, proveniente de caso fortuito ou força maior, não possuía, ao tempo da ação ou da omissão, a plena capacidade de entender o caráter ilícito do fato ou de determinar-se de acordo com esse entendimento.

Como disposto nos artigos mencionados, a legislação penal brasileira estabelece que a responsabilidade criminal do agente deve ser analisada levando-se em conta sua capacidade de entender o caráter ilícito de seus atos e de se comportar de acordo com esse entendimento. Em situações em que essa capacidade é comprometida, seja por doença mental, desenvolvimento mental incompleto ou retardado, ou até por embriaguez involuntária, a imputabilidade do agente é questionada.

O artigo 26 do Código Penal brasileiro é claro ao afirmar que, se o agente é inteiramente incapaz de compreender a ilicitude de sua conduta, devido a uma dessas condições, ele será isento de pena. Isso ocorre porque a punição pressupõe a capacidade de o agente entender o erro de sua ação e de escolher agir de outra maneira. Por isso, o sistema jurídico brasileiro adota medidas de segurança, que visam o tratamento adequado para o infrator, ao invés da aplicação de uma pena convencional, que seria ineficaz nesse contexto.

Aos indivíduos com perturbações mentais que ainda possuam alguma capacidade de entendimento, o Código Penal prevê uma redução de pena de um a dois terços, conforme o artigo 26, parágrafo único. Nesse caso, a responsabilidade penal é atenuada, pois a pessoa não teve a total capacidade de compreender a ilicitude do fato ou de se determinar de acordo com esse entendimento.

Além disso, o Código Penal também trata da imputabilidade em relação aos menores de dezoito anos (art. 27), reconhecendo que, devido à sua idade e, muitas vezes, ao seu estágio de desenvolvimento cognitivo, eles não têm a mesma capacidade de discernir as consequências de suas ações como um adulto. Dessa forma, menores de dezoito anos são penalmente inimputáveis, sendo tratados de maneira diferenciada, com base em legislação especial voltada para sua recuperação e reabilitação.

No que diz respeito à embriaguez, o artigo 28 do Código Penal destaca que ela não exclui a imputabilidade, exceto nos casos de embriaguez completa proveniente de caso fortuito ou força maior. Nesses casos, se o agente estiver completamente incapaz de entender o caráter ilícito de sua ação, poderá ser isento de pena, ou, no caso de embriaguez parcial, ter sua pena reduzida.

Esses dispositivos evidenciam a necessidade de uma análise cuidadosa da capacidade de entendimento do agente no momento da ação criminosa. A justiça penal, ao reconhecer que fatores como doenças mentais, desenvolvimento cognitivo incompleto ou outros distúrbios podem afetar a percepção do indivíduo sobre seus atos, procura garantir que a aplicação das sanções seja justa e proporcional às condições do agente. Assim, em vez de aplicar punições automáticas e rígidas, o sistema penal brasileiro adota medidas que buscam o tratamento e a reabilitação, considerando as limitações e características de cada indivíduo. Esse entendimento amplia a perspectiva de responsabilização penal, promovendo uma abordagem mais humanitária e eficiente no tratamento do comportamento criminoso.

(Nucci, 2014) destaca em sua obra que, antes da reforma de 1984, o Código Penal tratava o tema no Título III sob a denominação "Da Responsabilidade". No entanto, esse termo foi substituído para evitar confusão com os conceitos de imputabilidade e culpabilidade. A imputabilidade é um dos pilares do Direito Penal, pois está diretamente relacionada à capacidade do agente de entender a ilicitude de seus atos e de agir de acordo com esse entendimento. Em termos simples, para que alguém possa ser responsabilizado penalmente, é necessário que essa pessoa tenha a capacidade de compreender que sua ação é errada e de agir conforme essa compreensão. A imputabilidade não está apenas ligada ao comportamento consciente do agente, mas também ao seu estado psicológico e mental no momento da prática do ato ilícito. Isso significa que, se uma

pessoa estiver em um estado mental alterado ou possuir algum transtorno psicológico que a impeça de entender o caráter ilícito de sua ação, ela pode ser considerada não imputável. A imputabilidade seria a capacidade ou aptidão para ser culpável, embora, convém destacar, não se confunda com responsabilidade, que é o princípio segundo o qual o imputável deve responder por suas ações. (Bittencourt, 2006).

Em situações onde o agente não consegue discernir o que está certo ou errado devido a sua condição mental, ele não pode ser punido como uma pessoa plenamente capaz, pois a punição penal pressupõe que o indivíduo tenha consciência sobre a gravidade de seus atos e tenha a capacidade de controlar seu comportamento. Já a culpabilidade refere-se ao juízo de reprovação da sociedade sobre o comportamento do agente. Ela envolve uma análise profunda das intenções do agente ao cometer o ato e das circunstâncias em que esse comportamento ocorreu. Em outras palavras, a culpabilidade avalia se o agente agiu de forma consciente e deliberada, com intenção (dolo), ou se ele cometeu o crime por negligência, imprudência ou imperícia (culpa). Essa análise considera também se o agente teve a possibilidade de evitar o crime ou de agir de outra maneira, de forma mais cuidadosa. No Direito Penal, a culpabilidade transcende a análise da ilicitude, configurando-se como um juízo de reprovação social que recai sobre a conduta do agente, considerando sua intenção, as circunstâncias do fato e a possibilidade de evitar o ilícito. Para Diogo Filipe da Fonseca Santos, a culpa jurídico-penal é uma realidade de ordenação político-social, que pressupõe a liberdade do agente e legitima a censura por sua atuação, avaliando-se a responsabilidade moral em face do comportamento transgressor (Santos, 2014). Um furto por necessidade, por exemplo, pode receber reprovação menos severa que um motivado por ganância, apesar da equivalência legal. Fatores como coação ou disfunções neurobiológicas, analisados pela Neurocriminologia, podem limitar a capacidade volitiva, influenciando a culpabilidade. Essa perspectiva assegura penas proporcionais, alinhadas aos princípios de justiça e dignidade humana, promovendo uma responsabilização equitativa no Estado Democrático de Direito.

Por fim, a responsabilidade é a consequência jurídica da culpabilidade. Em outras palavras, uma vez que o agente é considerado culpável, ele será responsabilizado, ou seja, sujeito à imposição de uma sanção. A responsabilidade penal busca garantir que o infrator receba uma pena proporcional ao ato cometido,

com o objetivo de restaurar a ordem social e, ao mesmo tempo, desestimular a prática de crimes, em outras palavras é a imposição de uma pena ou medida de segurança ao infrator, decorrente do juízo de reprovação da conduta do agente (Gomes, 2010). Essa sanção pode variar desde penas privativas de liberdade, como a prisão, até penas alternativas, como o cumprimento de medidas socioeducativas ou de tratamento. A responsabilidade penal também se preocupa com a ressocialização do infrator, especialmente quando este não apresenta mais risco à sociedade. Dessa forma, a responsabilidade não visa apenas punir o infrator, mas também garantir a proteção dos bens jurídicos e a prevenção de futuros delitos, buscando a reintegração do agente na sociedade.

Embora esses conceitos estejam interligados, é crucial diferenciá-los para uma melhor compreensão do sistema penal. No Brasil, a legislação é mais direta e resumida, abordando principalmente casos de doença mental e desenvolvimento mental incompleto ou retardado para excluir a imputabilidade. Já na Espanha, há uma definição mais detalhada e um enfoque mais amplo sobre as condições que podem excluir a imputabilidade, incluindo distúrbios psíquicos transitórios e a imaturidade, por exemplo.

A avaliação da imputabilidade do agente, conforme Nucci, envolve dois aspectos fundamentais: a higidez biopsíquica e a maturidade. A higidez biopsíquica refere-se à saúde mental e à capacidade do indivíduo de compreender a ilicitude de seus atos, enquanto a maturidade está relacionada ao desenvolvimento físico e psicológico necessário para que o agente possa estabelecer relações sociais adequadas e agir de forma autônoma. No Brasil, a maioria é definida aos 18 anos, sendo este o critério legal adotado para considerar a plena capacidade de ação.

De acordo com Nucci, no que tange à saúde mental, três critérios principais são utilizados para analisar a inimputabilidade. O critério biológico foca exclusivamente no estado de saúde mental do agente, verificando se ele sofre de alguma condição que o impeça de perceber a ilicitude de seus atos. O critério psicológico, por sua vez, examina a capacidade do agente de perceber a ilicitude e de agir conforme esse entendimento. Já o critério biopsicológico, que combina os dois anteriores, analisa se o agente possui saúde mental adequada e a capacidade de compreender e agir de acordo com essa compreensão. Esse último é o critério adotado pelo Código Penal brasileiro, conforme o artigo 26, e também é utilizado em outras legislações, como a

espanhola.

2.3 A NEUROCIENCIA E SEUS REFLEXOS NA IMPUTABILIDADE

A neurociência tem desempenhado um papel cada vez mais relevante no estudo da imputabilidade penal, trazendo novos paradigmas para a compreensão da responsabilidade criminal. O avanço das pesquisas sobre o funcionamento cerebral tem permitido uma análise mais aprofundada das condições que podem comprometer a capacidade de entendimento e autodeterminação dos indivíduos, impactando diretamente a forma como o Direito Penal encara a imputabilidade. Como bem pontua Sapolsky, segundo a revista especializada *New Scientist*. “We are nothing more or less than the sum of that which we could not control – our biology, our environments, their interactions”³ ressaltando a influência determinante dos fatores neurológicos no comportamento humano.

Os estudos sobre o cérebro humano revelam que determinadas lesões, transtornos psiquiátricos e disfunções neurobiológicas podem afetar substancialmente o controle dos impulsos e a capacidade de avaliação da ilicitude dos atos. O comportamento humano resulta da interação complexa entre razão e emoção, e descompassos nesse equilíbrio podem levar a decisões disfuncionais, com implicações para a imputabilidade penal. As lesões no córtex pré-frontal, uma região crucial para o julgamento moral e a regulação emocional, estão associadas a condutas impulsivas e antissociais, como evidenciado em casos clínicos, como o de Phineas Gage, e em pesquisas neurocientíficas (Damasio, 1994). Na Neurocriminologia, tais disfunções são relevantes para avaliar a capacidade de autodeterminação, um dos pilares da imputabilidade (art. 26 do Código Penal). Indivíduos com lesões cerebrais que comprometam o controle emocional podem ser considerados inimputáveis ou semi-imputáveis, justificando perícias neuropsiquiátricas. Assim, a integração entre neurociências e Direito Penal promove uma justiça mais equitativa, considerando fatores biológicos que limitam a responsabilidade penal.

O caso de Phineas Gage é um dos mais estudados e emblemáticos na neu-

³ Não somos nada mais nem menos do que a soma daquilo que não podemos controlar – nossa biologia, nossos ambientes, suas interações

rociência, não só por sua natureza extrema, mas também pelos entendimentos profundos que proporcionou sobre o cérebro humano. Phineas Gage, um trabalhador da ferrovia dos Estados Unidos no século XIX, sofreu um acidente grave durante a construção de uma linha ferroviária em 1848. Durante a explosão de uma carga de pólvora, uma barra de ferro de cerca de 1 metro de comprimento foi lançada com grande força e atravessou sua cabeça, penetrando pelo lado esquerdo do crânio, passando pelo córtex pré-frontal, e saindo pela parte superior de sua cabeça.

Apesar da gravidade do acidente, Gage sobreviveu, mas as mudanças em sua personalidade foram evidentes e profundas. Antes do incidente, ele era considerado responsável, calmo e respeitado por seus colegas de trabalho. Contudo, após o acidente, Gage demonstrou mudanças drásticas em seu comportamento, tornando-se impulsivo, descontrolado emocionalmente e com dificuldades em tomar decisões racionais. Essa transformação comportamental imediata e dramática despertou o interesse de estudiosos da época e é vista como uma das primeiras evidências de que áreas específicas do cérebro desempenham papéis cruciais na regulação do comportamento humano e nas funções cognitivas.

O impacto da lesão de Gage foi particularmente marcante devido à localização do ferimento no córtex pré-frontal, uma região do cérebro associada ao controle executivo, planejamento, tomada de decisões, regulação emocional e julgamento moral. A partir desse caso, surgiu a ideia de que danos a essa região cerebral poderiam afetar a capacidade de uma pessoa de exercer autocontrole, tomar decisões ponderadas e compreender as consequências de suas ações. Isso trouxe à tona um novo debate sobre a responsabilidade penal e a imputabilidade de indivíduos que sofrem lesões cerebrais em áreas cruciais para o comportamento e o julgamento.

Gage foi acompanhado de perto pelo médico John Martyn Harlow, que registrou minuciosamente as mudanças comportamentais de seu paciente e suas dificuldades para se adaptar a normas sociais e ao trabalho. Harlow preservou o crânio de Gage após sua morte em 1860, permitindo que mais tarde cientistas e neurocientistas realizassem estudos sobre as lesões cerebrais causadas pelo acidente. Com o tempo, a preservação do crânio de Gage tornou-se um marco na história da neurociência, sendo utilizado para ilustrar a relação entre lesões cerebrais e alterações no comportamento.

A imagem abaixo retrata o crânio de Phineas Gage e a barra de ferro que

atravessou seu cérebro, evidenciando a extensão dos danos sofridos e a importância desse caso para a neurociência:

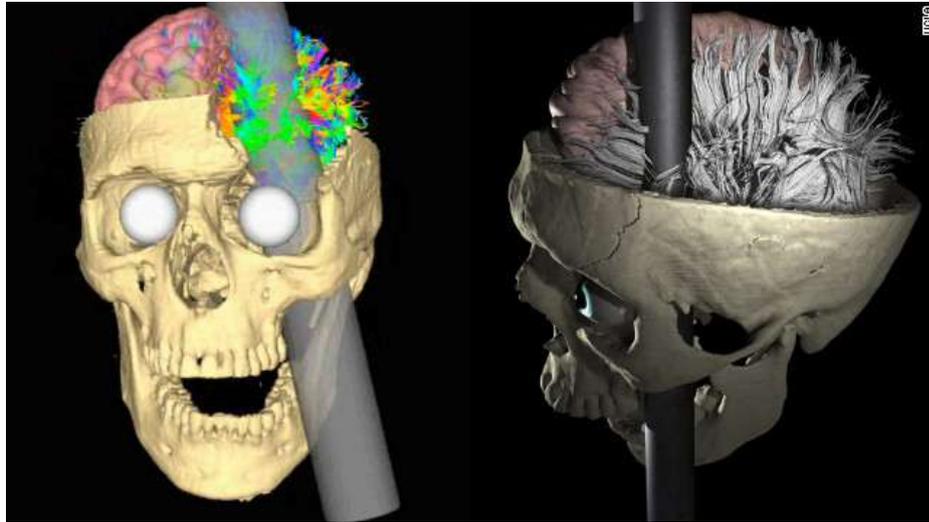


Figura 2 Imagem da reconstrução mais recente do caso de Phineas Gage. Fonte: Van Horn JD et al., 2012.

O caso de Phineas Gage tem sido amplamente discutido nas neurociências, pois ajudou a consolidar a ideia de que o cérebro é responsável pela formação da personalidade e comportamento. Hoje, sabemos que a plasticidade cerebral, a capacidade do cérebro de se reorganizar após lesões, foi demonstrada pela recuperação de algumas funções motoras de Gage após o acidente, embora as mudanças em sua personalidade tenham sido irreversíveis. Isso forneceu uma base sólida para a compreensão de como o cérebro é capaz de se adaptar e reorganizar suas funções após danos, mas também destacou as limitações dessa recuperação, especialmente em áreas que envolvem comportamentos complexos e julgamento moral.

A partir do caso de Gage, a ciência e o Direito passaram a interagir mais diretamente, levando a uma nova compreensão de como os distúrbios cerebrais afetam a capacidade de julgamento e a responsabilidade legal. Com o avanço das neurociências, surgiram novas abordagens para o diagnóstico e tratamento de transtornos neurológicos que afetam o comportamento, levando a uma revisão dos critérios de imputabilidade no Direito Penal. Isso coloca em discussão a nocividade do livre-arbítrio, principalmente em contextos em que o comportamento de um indivíduo pode ser

resultado de um funcionamento anômalo do cérebro.

Além das lesões cerebrais, distúrbios neuropsiquiátricos como transtorno de personalidade antissocial, esquizofrenia paranoide e transtorno bipolar podem influenciar significativamente a imputabilidade penal. Estudos, sugerem que disfunções no córtex pré-frontal estão associadas a um aumento na propensão a comportamentos impulsivos e violentos, o que reforça a ideia de que déficits neurobiológicos podem comprometer a capacidade de discernimento e controle dos indivíduos (Raine, 2013). Esses distúrbios cerebrais e psiquiátricos podem impactar diretamente a capacidade de uma pessoa avaliar a ilicitude de suas ações e, conseqüentemente, sua responsabilidade penal.

A neurociência tem sido cada vez mais utilizada em tribunais para avaliar a culpabilidade de réus acometidos por distúrbios cerebrais. Um exemplo notório foi o julgamento de John Hinckley Jr., que, em 1981, atentou contra o presidente dos Estados Unidos, Ronald Reagan. Laudos psiquiátricos confirmaram esquizofrenia paranoide, com delírios que motivaram o crime, levando a defesa a alegar insanidade. Influenciado por exames neurológicos, o veredicto resultou na internação de Hinckley em um hospital psiquiátrico, em vez de uma condenação penal (Morse, 2008). No Brasil, um caso emblemático é o de Mateus da Costa Meira, estudante de medicina que, em 3 de novembro de 1999, invadiu a sala 5 do cinema do Morumbi Shopping, São Paulo, durante a exibição de *Clube da Luta*. Armado com uma submetralhadora Cobray M-11/9, adquirida por R\$ 5.000, Meira disparou contra a plateia, matando três pessoas (Fabiana Lobão Freitas, Júlio Maurício Zeimaitis e Hermé Luísa Jatobá Vadasz) e ferindo quatro. O ataque planejado, foi motivado por sua identificação com o protagonista do filme, que ele associava a transtornos mentais. Sob efeito de cocaína, Meira testou a arma no banheiro do cinema e executou o crime com frieza, sendo preso após tentar recarregar a submetralhadora (Evidência Criminal, 2021).

Em 2004, no Fórum Criminal de São Paulo, Meira foi condenado a 120 anos e 6 meses de prisão por três homicídios qualificados, quatro tentativas de homicídio e por expor 15 pessoas a perigo. Laudos psiquiátricos diagnosticaram transtorno de personalidade esquizóide, mas confirmaram plena consciência do ilícito, rejeitando a semi-imputabilidade alegada pela defesa (Folha, 2004). A juíza Maria Cecília Leone destacou a “meticulosidade” do planejamento, evidenciado pela escolha da arma e do

filme (Jusbrasil, 2004). Em 2007, a pena foi reduzida para 48 anos e 9 meses (Jusbrasil, 2007). Transferido para a Penitenciária Lemos Brito, em Salvador, Meira tentou matar um companheiro de cela em 2009, sendo considerado inimputável em 2011 por esquizofrenia, o que resultou em sua internação no Hospital de Custódia e Tratamento Psiquiátrico (Cnn Brasil, 2024). Em 18 de setembro de 2024, foi solto após exames de 2019 atestarem ausência de periculosidade, com condições como tratamento psiquiátrico e recolhimento noturno (Metrópoles, 2024).

(Damásio, 1994) argumenta que a interação razão-emoção, mediada pelo córtex pré-frontal, é essencial para decisões éticas. A premeditação de Meira sugere funcionalidade racional, distinta de Hinckley, cujos delírios comprometeram a autodeterminação. Apesar do diagnóstico de esquizofrenia em 2011, a imputabilidade de Meira em 2004 reflete sua capacidade de planejar, reforçada por laudos que excluíram comprometimento grave em 1999 (Folha, 2004). Reflexivamente, o caso levanta questões éticas: a Neurocriminologia promove justiça ao diferenciar transtornos que afetam a imputabilidade, mas desafia o sistema penal a equilibrar punição e reabilitação. Meira, imputável por sua racionalidade planejada, ilustra que a consciência do ilícito prevalece sobre transtornos menos graves, como o esquizóide, mas sua soltura sugere que a recuperação psiquiátrica pode justificar a reintegração social, alinhando-se à dignidade humana (Bittencourt, 2006).

No Brasil, o Código Penal já prevê a inimputabilidade para indivíduos acometidos por doenças mentais que comprometam sua capacidade de entendimento do caráter ilícito do fato (art. 26). No entanto, a aplicação desse dispositivo ainda enfrenta desafios, especialmente no que tange à produção de provas. O uso de exames de neuroimagem tem sido um recurso crescente para embasar laudos psiquiátricos forenses, permitindo uma análise mais objetiva das condições neurológicas dos acusados.

Diante desse cenário, torna-se essencial que o Direito acompanhe os avanços da neurociência, incorporando seus achados na avaliação da imputabilidade penal. Isso não significa abolir a responsabilização penal, mas sim garantir que decisões judiciais sejam fundamentadas em uma compreensão mais ampla e precisa da condição neurológica dos indivíduos. A neurociência, portanto, não apenas desafia paradigmas tradicionais do Direito Penal, mas também propõe uma abordagem mais humanizada e embasada cientificamente na aplicação da justiça.

3. AVANÇOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

3.1 NOVAS TECNOLOGIAS E SUA APLICABILIDADE NO DIREITO PENAL

A neurociência forense, embora tenha suas origens em estudos precoces sobre o cérebro e o comportamento humano, tem se consolidado como um campo cada vez mais relevante no Direito Penal. Ao longo da história, a relação entre o cérebro e o comportamento humano tem sido uma área de intenso estudo, com contribuições significativas da neurociência, psicologia e criminologia. No entanto, foi no século XX e, especialmente, nas últimas décadas, com o desenvolvimento de tecnologias avançadas, que a compreensão das funções cerebrais e suas implicações legais passou a ter um impacto direto na avaliação da culpabilidade criminal. No final do século XIX, estudiosos como Cesare Lombroso começaram a propor que os criminosos poderiam ser identificados por características biológicas, incluindo aspectos do cérebro. A visão de Lombroso sobre o “delinquente nato” abriu as portas para o entendimento de que a criminalidade poderia estar associada a fatores biológicos. No entanto, foi no século XX que os avanços tecnológicos começaram a permitir uma análise mais precisa das funções cerebrais e de como elas podem influenciar o comportamento humano, especialmente no contexto da criminalidade. À medida que o campo da neurociência evoluía, novos métodos e tecnologias foram sendo desenvolvidos, permitindo a observação direta e não invasiva das estruturas cerebrais e suas funções. A introdução de tecnologias como a ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC) e a eletroencefalografia (EEG) revolucionaram a forma como os cientistas e os profissionais do Direito podem analisar o cérebro e suas disfunções. Essas tecnologias não apenas aprimoraram a compreensão das causas biológicas por trás de comportamentos agressivos ou criminosos, mas também ampliaram a capacidade de diagnosticar condições neurológicas que afetam a percepção moral e a capacidade de julgamento. Entre as mais relevantes inovações tecnológicas nos últimos anos, destaca-se a Ressonância Magnética Funcional (RMF). Essa tecnologia permite a medição do fluxo sanguíneo no cérebro e, portanto, a identificação das áreas que estão ativas durante diferentes processos cognitivos e comportamentais. A RMF tem se mostrado fundamental para compreender como o cérebro toma decisões e processa informações emocionais e morais:

“The contrast in a magnetic resonance image (which determines the apparent structure in what we see) depends on how it is acquired. By adding radio frequency or gradient pulses, and by careful choice of their timings, it is possible to highlight different characteristics of the tissue being imaged. While it is generally true that MRI maps the distribution of water in the brain, the useful contrast in MR images comes not just from spatial variations in the density of water but also from differences in fundamental nuclear magnetic processes known as relaxation, which are characterised by distinct rates or “relaxation times.” There are three relaxation times that are of primary interest in MRI—T1, T2, and T2*. These describe the time constant for the return of the magnetisation to its equilibrium position aligned along the static magnetic field of the scanner whenever it is disturbed (T1 relaxation) and the time constants associated with loss of signal once the magnetisation has been sampled (T2 and T2* relaxation). T2* is the most relevant relaxation time for understanding contrast in fMRI images. (Jezzard, Matthews, & Smith, 2001, p. 3) “⁴

Conforme abordado no texto, a Ressonância Magnética Funcional (RMF), desempenha um papel crucial na neurociência forense ao mapear a atividade cerebral por meio do contraste gerado pelo tempo de relaxamento T2*. Essa tecnologia permite identificar disfunções em regiões como o córtex pré-frontal, potencialmente associadas a comportamentos criminosos, contribuindo para uma avaliação mais precisa da imputabilidade penal. Contudo, a aplicação desses achados no âmbito jurídico exige rigor interpretativo para garantir que as evidências neurológicas sejam integradas de forma ética e juridicamente responsável.

Estudos com RMF demonstraram que lesões no córtex pré-frontal, área do cérebro relacionada à tomada de decisões e controle de impulsos, podem contribuir para comportamentos impulsivos ou violentos. Isso permite uma análise mais precisa da imputabilidade penal, pois identifica regiões cerebrais específicas que podem estar comprometidas em indivíduos com tendências criminosas. Outra tecnologia importante é a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), que mapeia a atividade

⁴ O contraste em uma imagem de ressonância magnética (que determina a estrutura aparente do que vemos) depende de como ela é adquirida. Adicionando pulsos de radiofrequência ou gradiente, e pela escolha cuidadosa de seus tempos, é possível destacar diferentes características do tecido que está sendo visualizado. Embora seja geralmente verdade que a RM mapeie a distribuição de água no cérebro, o contraste útil em imagens de RM advém não apenas de variações espaciais na densidade da água, mas também de diferenças em processos magnéticos nucleares fundamentais conhecidos como relaxamento, que são caracterizados por taxas distintas ou "tempos de relaxamento". Existem três tempos de relaxamento que são de interesse primário na RM — T1, T2 e T2*. Eles descrevem a constante de tempo para o retorno da magnetização à sua posição de equilíbrio alinhada ao longo do campo magnético estático do scanner sempre que ela é perturbada (relaxamento T1) e as constantes de tempo associadas à perda de sinal após a magnetização ter sido amostrada (relaxamento T2 e T2*). T2* é o tempo de relaxamento mais relevante para a compreensão do contraste em imagens de fMRI.

metabólica cerebral. O PET é crucial para entender o metabolismo do cérebro e identificar padrões anormais de atividade que possam estar associados a comportamentos disfuncionais. A técnica permite observar em tempo real como as células cerebrais estão funcionando e como substâncias como glicose e oxigênio são metabolizadas nas regiões cerebrais. Em contextos forenses, essa tecnologia pode ser usada para investigar se uma anomalia no metabolismo cerebral está relacionada a comportamentos violentos, como os observados em psicopatas, por exemplo. A eletroencefalografia (EEG), por sua vez, é uma tecnologia mais acessível e menos invasiva, que monitora a atividade elétrica do cérebro. O EEG é amplamente utilizado para detectar distúrbios neurológicos, como epilepsia, psicose e outros transtornos neurológicos que podem afetar a cognição e o comportamento. Em casos de avaliação da imputabilidade penal, a EEG pode ser usada para examinar se o comportamento de um indivíduo foi influenciado por uma condição neurológica que afeta sua capacidade de perceber a ilicitude de suas ações. Essa tecnologia é particularmente importante em investigações de crimes onde o controle de impulsos ou a percepção moral do agente são questionados. A neuroimagem funcional, além das tecnologias já mencionadas, é um campo em expansão e oferece novas formas de compreender o comportamento humano. O uso de tecnologias como a ressonância magnética por difusão (DMRI), que permite observar a integridade das conexões neuronais, ou a tomografia por emissão de fóton único (SPECT), que mapeia a perfusão sanguínea cerebral, têm o potencial de transformar o campo da neurocriminologia. Essas técnicas oferecem uma visão mais detalhada das conexões cerebrais e de como os sinais elétricos e químicos no cérebro influenciam o comportamento. Elas permitem, por exemplo, entender se a desconexão de certas áreas do cérebro pode estar relacionada à falta de empatia ou à dificuldade em processar as consequências morais de ações. Apesar de todas as suas potencialidades, essas tecnologias ainda enfrentam uma série de desafios, principalmente em sua aplicação no Direito Penal. A interpretação dos dados obtidos a partir dessas técnicas é um processo complexo e pode ser subjetiva. O diagnóstico de uma condição neurológica a partir da neuroimagem exige experiência e conhecimento especializado, o que pode gerar controvérsias no julgamento da imputabilidade penal. Além disso, embora essas tecnologias permitam uma observação detalhada do cérebro, ainda não está claro se as disfunções cerebrais

observadas são diretamente causadoras de comportamentos criminosos ou se representam apenas fatores correlacionados, o que continua a ser uma questão controversa no campo da neurocriminologia. Outro desafio significativo para a aplicação das tecnologias da neurociência no Direito Penal é o alto custo dessas ferramentas, que limita o seu uso em investigações e julgamentos, principalmente em sistemas judiciais de países com orçamento restrito. Esse fator pode levar a desigualdades no acesso a diagnósticos precisos, favorecendo aqueles com maior capacidade financeira para obter esses exames. As questões éticas também não podem ser ignoradas. O uso dessas tecnologias no contexto jurídico levanta o debate sobre até que ponto um comportamento criminoso pode ser atribuído a fatores biológicos, como lesões cerebrais ou desequilíbrios neurológicos. Até que ponto a biologia do cérebro deve influenciar a responsabilidade moral e legal de um indivíduo? O risco de tratar o comportamento criminoso apenas como um reflexo de condições neurológicas pode implicar em uma redução indevida da responsabilidade moral do agente, o que pode ter implicações sérias no sistema de justiça penal. Portanto, embora as tecnologias da neurociência forense tragam inovações e avanços significativos para a compreensão do comportamento criminoso e a avaliação da imputabilidade penal, sua aplicação no Direito Penal ainda exige um equilíbrio cuidadoso entre os aspectos científicos, éticos e jurídicos. O futuro dessas tecnologias no contexto judicial dependerá de uma regulação adequada, que considere não apenas os avanços científicos, mas também os direitos dos indivíduos, as complexidades da moralidade humana e os princípios de justiça. A integração dessas ferramentas ao sistema de justiça penal deve ser feita com responsabilidade, garantindo que a aplicação da lei seja justa, equitativa e que leve em conta as condições neurológicas dos indivíduos sem desconsiderar sua responsabilidade legal e moral.

3.2 TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA INTERSEÇÃO ENTRE NEUROCIÊNCIA E DIREITO

A neurociência contemporânea tem desafiado os paradigmas tradicionais do Direito Penal ao demonstrar que o comportamento humano é profundamente influenciado por processos neurobiológicos que frequentemente ocorrem abaixo do limiar da

consciência. Conforme demonstra Antonio Damásio em suas pesquisas pioneiras, a racionalidade humana depende de circuitos neurais intactos, e quando estes circuitos são comprometidos, a capacidade de julgamento moral e controle de impulsos fica significativamente prejudicada (Damásio, 2012). Esta constatação coloca em xeque o conceito clássico de livre-arbítrio que sempre fundamentou a imputabilidade penal, sugerindo que nossas escolhas podem estar submetidas a determinantes biológicos que escapam à nossa percepção consciente.

No campo da criminologia biológica, os estudos de Adrian Raine revelaram dados impactantes sobre a correlação entre estrutura cerebral e comportamento antissocial. Por meio de exames de neuroimagem realizados em indivíduos com transtorno de personalidade antissocial, Raine comprovou que "a redução média de 18% no volume da amígdala e 22% na espessura do córtex pré-frontal está consistentemente associada a padrões de comportamento violento e impulsivo" (Raine, 2019, p. 203). Essas descobertas neurocientíficas exigem uma revisão cuidadosa dos critérios de imputabilidade, especialmente no que diz respeito à aplicação do artigo 26 do Código Penal brasileiro, que trata da inimputabilidade por doença mental ou desenvolvimento mental incompleto.

Cezar Roberto Bitencourt, em sua obra clássica, argumenta que o Direito Penal não pode permanecer alheio às descobertas neurocientíficas, mas deve interpretá-las à luz dos princípios constitucionais da dignidade da pessoa humana e da culpabilidade. Essa posição é compartilhada por Guilherme Nucci, que alerta para o risco de se banalizar a responsabilidade penal com base em exames cerebrais: A absolutização dos achados neurocientíficos pode levar a um reducionismo biológico que ignore completamente o aspecto social do crime e a capacidade residual de autodeterminação (Nucci, 2023).

O desafio central reside em conciliar os avanços da neurociência com os princípios fundamentais do Direito Penal. Por um lado, como demonstra Fernando Capez, a neurociência oferece ferramentas valiosas para individualizar a aplicação das penas, especialmente em casos envolvendo adolescentes ou pessoas com transtornos mentais comprovados. Por outro, existe o risco concreto de medicalização excessiva da justiça penal, onde exames cerebrais poderiam ser usados para justificar isenções generalizadas de responsabilidade.

Joshua Greene e Jonathan Cohen, em estudo seminal publicado no Annual

Review of Law and Social Science, projetam que o Direito Penal do século XXI precisará encontrar um equilíbrio delicado entre as descobertas neurocientíficas e os princípios fundamentais de justiça, evitando tanto o conservadorismo dogmático quanto o reducionismo biologizante. Essa perspectiva é particularmente relevante para o sistema jurídico brasileiro, que precisa desenvolver protocolos claros para a incorporação dessas evidências de forma equitativa e tecnicamente fundamentada.

No contexto das políticas públicas, os avanços da neurocriminologia sugerem novas abordagens para a prevenção e ressocialização. Programas de intervenção precoce baseados em avaliação neurocognitiva podem ser mais eficazes do que medidas puramente punitivas, especialmente no caso de jovens em conflito com a lei. No entanto, é crucial estabelecer limites éticos claros para essas aplicações, garantindo que o princípio da presunção de inocência e os direitos fundamentais não sejam comprometidos.

No contexto do Direito Penal, tem-se buscado sistematizar os conhecimentos neurocientíficos de forma a preservar seus fundamentos enquanto incorpora os avanços científicos. Como argumenta Paulo César Busato, a neurociência deve informar, mas não determinar as decisões judiciais, servindo como ferramenta complementar para uma justiça mais precisa e individualizada. Essa abordagem permite um equilíbrio entre a objetividade das descobertas científicas e os princípios normativos do Direito Penal.

A longo prazo, o Estado poderia, teoricamente, realizar estudos neurológicos preventivos para identificar indivíduos com predisposição a comportamentos criminosos. Isso abriria a possibilidade de adotar medidas preventivas, como tratamentos ou intervenções terapêuticas, ao invés de simplesmente aplicar punições. No entanto, essa abordagem precisa ser cuidadosamente regulamentada, uma vez que as implicações éticas e legais são complexas. É essencial que haja um debate contínuo sobre os limites da ciência dentro do contexto da justiça penal. Surge, então, a grande questão: pode um indivíduo ser punido por algo que ainda não cometeu? Até que ponto os estudos neurocientíficos podem ser incorporados ao Direito Penal sem comprometer princípios fundamentais, como a presunção de inocência e a liberdade individual?

CONCLUSÃO

Este estudo estabelece-se como uma contribuição acadêmica de singular relevância à interface entre neurocriminologia e Direito Penal, ao explorar com profundidade analítica, rigor metodológico e abordagem interdisciplinar o potencial transformador das descobertas neurocientíficas para a reformulação dos paradigmas de imputabilidade e responsabilidade criminal no contexto brasileiro. A neurocriminologia consolida-se como um campo revolucionário que transcende as concepções tradicionais do sistema penal, ao evidenciar que fatores neurobiológicos, como disfunções no córtex pré-frontal e no sistema límbico, desempenham um papel determinante na modulação do controle de impulsos, da regulação emocional e da capacidade de decisão. Este trabalho alcançou seu objetivo central ao responder à problemática proposta: até que ponto a neurocriminologia pode contribuir para a construção de uma justiça penal mais justa, individualizada e alinhada aos princípios do Estado Democrático de Direito? A pesquisa validou a hipótese de que a integração de evidências neurocientíficas ao sistema penal possibilita uma avaliação mais precisa e equitativa da responsabilidade penal, desde que fundamentada em princípios éticos e jurídicos. Contudo, a implementação dessas ferramentas no sistema judiciário brasileiro enfrenta barreiras estruturais, éticas e práticas que demandam estudos aprofundados, regulamentação rigorosa e políticas públicas estratégicas. Assim, esta monografia não apenas resolveu a problemática delineada, mas também projetou um horizonte de possibilidades para a prevenção da criminalidade, a ressocialização de infratores e a consolidação de um sistema penal mais humano e científico, posicionando-se como um marco de excelência acadêmica e impacto social.

A problemática central foi enfrentada com êxito ao demonstrar que a neurocriminologia pode enriquecer o Direito Penal ao oferecer subsídios científicos para decisões judiciais mais individualizadas, sem comprometer os pilares constitucionais da dignidade da pessoa humana, da presunção de inocência e da proporcionalidade da pena. Neurotecnologias avançadas, como a ressonância magnética funcional, a tomografia por emissão de pósitrons e a eletroencefalografia, permitem mapear alterações cerebrais que comprometem a capacidade de autodeterminação, proporcionando uma base objetiva para a aplicação de dispositivos legais, como o artigo 26 do Código Penal brasileiro, que regula a imputabilidade e a semi-imputabilidade. Por

exemplo, disfunções no córtex pré-frontal, associadas ao julgamento moral e à inibição de comportamentos impulsivos, podem justificar medidas de segurança ou a atenuação da pena, garantindo que a responsabilização penal seja proporcional às condições neuropsicológicas do agente. Essa abordagem promove maior equidade nas decisões judiciais, reconhecendo as limitações cognitivas e volitivas dos indivíduos e alinhando a justiça penal às complexidades do comportamento humano. Além disso, a neurocriminologia oferece perspectivas inovadoras para a prevenção da criminalidade, por meio de intervenções precoces, como programas de suplementação alimentar com ômega-3, terapias cognitivo-comportamentais e cuidados pré-natais, e para a ressocialização, com tratamentos específicos para transtornos neurológicos. Essas aplicações reforçam o potencial da neurocriminologia para transformar o sistema penal em um instrumento de reabilitação, em vez de punição exclusivamente retributiva.

No entanto, a integração da neurocriminologia ao sistema judiciário brasileiro enfrenta obstáculos significativos que demandam atenção urgente e soluções estratégicas. O elevado custo dos equipamentos neurotecnológicos, como scanners de ressonância magnética, representa uma barreira em um país com recursos judiciais limitados, restringindo o acesso a essas ferramentas a contextos privilegiados. A escassez de profissionais capacitados, incluindo peritos, juízes, promotores e defensores, para interpretar dados neurocientíficos com precisão e sensibilidade ética compromete a confiabilidade das avaliações periciais. A ausência de diretrizes padronizadas para laudos neuroforenses pode levar a interpretações inconsistentes, prejudicando a uniformidade e a justiça das decisões judiciais. Do ponto de vista ético, persistem preocupações com o risco de reducionismo biológico, que poderia minimizar a relevância de fatores sociais, culturais e ambientais na gênese do comportamento criminoso, e com a possibilidade de estigmatização de indivíduos com base em diagnósticos neurológicos, o que violaria princípios fundamentais de igualdade e dignidade. Além disso, a falta de regulamentação para o uso de neurodados, especialmente em conformidade com normas de proteção de dados, levanta questões sobre a privacidade mental e o risco de uso indevido de informações sensíveis. Esses entraves evidenciam que, embora a neurocriminologia tenha resolvido a problemática em um plano teórico, sua aplicação prática no sistema judiciário brasileiro depende de investimentos substanciais em infraestrutura, capacitação profissional, regulamentação e pesquisas adicionais. A necessidade de mais estudos é clara, particularmente para

desenvolver protocolos que assegurem a consistência, a acessibilidade e a confiabilidade das neurotecnologias, bem como para explorar como o sistema judiciário pode absorver essas inovações sem comprometer a justiça ou ampliar desigualdades sociais.

A hipótese de pesquisa, que postulava o potencial da neurocriminologia para qualificar a avaliação da responsabilidade penal, foi plenamente confirmada e significativamente ampliada. A análise revelou que a neurocriminologia transcende a reformulação dos critérios de imputabilidade, oferecendo contribuições inovadoras para a prevenção da criminalidade e a reabilitação de infratores. Estratégias preventivas, como programas de suplementação alimentar com ômega-3, terapias cognitivo-comportamentais e cuidados pré-natais, podem mitigar fatores de risco biológicos e sociais, reduzindo a propensão a comportamentos antissociais. A substituição de penas privativas de liberdade por tratamentos específicos em casos de transtornos neurológicos comprovados reforça o potencial da neurocriminologia para reposicionar o sistema penal como um instrumento de ressocialização, em vez de punição meramente retributiva. Essas contribuições são particularmente cruciais no contexto brasileiro, onde a superlotação carcerária, a ineficácia na reintegração social e a prevalência de paradigmas punitivos obsoletos demandam soluções inovadoras. A neurocriminologia, ao promover uma justiça mais compassiva, científica e orientada à reabilitação, alinha-se às tendências globais de justiça restaurativa, fortalecendo os princípios do Estado Democrático de Direito e pavimentando o caminho para uma sociedade mais justa, inclusiva e resiliente. A validação da hipótese, portanto, não se limitou a corroborar sua premissa inicial, mas expandiu seu escopo ao demonstrar que a neurocriminologia pode transformar o sistema penal em suas dimensões punitiva, preventiva e reabilitativa, oferecendo um modelo que equilibra responsabilização, prevenção e humanização.

A integração da neurocriminologia ao sistema judiciário brasileiro, embora promissora, enfrenta desafios complexos que exigem esforços contínuos de pesquisa, planejamento estratégico e diálogo interdisciplinar. A necessidade de estudos adicionais é evidente, especialmente para abordar as barreiras práticas e éticas que limitam a aplicação das neurotecnologias. Pesquisas futuras devem priorizar a validação da confiabilidade de ferramentas como a ressonância magnética funcional, a tomografia por emissão de pósitrons e a eletroencefalografia por meio de estudos longitudinais,

que estabeleçam padrões consistentes para a elaboração de laudos periciais. A capacitação de operadores do direito e peritos em neurociência forense é igualmente crucial, exigindo a criação de programas educacionais que promovam a interpretação precisa e ética de dados cerebrais, evitando conclusões precipitadas ou enviesadas. A regulamentação do uso de neurodados, alinhada a normas de proteção de dados, é indispensável para salvaguardar a privacidade mental e garantir que o acesso às neurotecnologias seja equitativo, especialmente em um país com desigualdades socioeconômicas tão marcantes como o Brasil. A ausência de políticas públicas que promovam a democratização dessas ferramentas pode exacerbar as disparidades no sistema de justiça, limitando os benefícios da neurocriminologia a contextos privilegiados. Além disso, é necessário investigar como integrar essas tecnologias em um sistema judiciário já sobrecarregado, garantindo que sua adoção não resulte em atrasos processuais ou aumento da burocracia. Essas questões reforçam que a neurocriminologia, embora tenha resolvido a problemática teórica proposta, depende de avanços adicionais para se consolidar como uma prática judicial viável, ética e inclusiva.

As perspectivas para pesquisas futuras são amplas e posicionam a neurocriminologia como um campo em constante evolução, com potencial para redefinir o futuro do Direito Penal. Estudos multidisciplinares podem aprofundar a compreensão da neuroplasticidade e da maturação cerebral, particularmente em adolescentes, influenciando a formulação de políticas criminais mais adequadas a essa faixa etária e a aplicação de legislações como o Estatuto da Criança e do Adolescente. A interseção entre neurocriminologia e crimes digitais emerge como uma área prioritária, com investigações voltadas ao impacto da hiperconectividade, das redes sociais e de tecnologias emergentes, como inteligência artificial generativa, na percepção da realidade e no comportamento delitivo. A aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões neurais associados à criminalidade oferece possibilidades revolucionárias, mas exige reflexões éticas sobre os limites de intervenções preventivas baseadas em predisposições neurobiológicas, especialmente para evitar violações à autonomia individual e à presunção de inocência. Pesquisas voltadas à redução dos custos das neurotecnologias e ao desenvolvimento de alternativas acessíveis, como a eletroencefalografia, podem democratizar seu uso, tornando a neurocriminologia viável em sistemas judiciais de países em desenvolvimento. Estudos sobre a implementação de políticas públicas inspiradas na “neurocriminologia preventiva estatal” podem

explorar como intervenções baseadas em avaliações neurocognitivas, combinadas com medidas de inclusão social, podem reduzir a reincidência e promover a reintegração de infratores, consolidando um modelo de justiça penal mais preventivo e restaurativo. Pesquisas comparativas sobre a aplicação da neurocriminologia em diferentes sistemas jurídicos podem oferecer insights valiosos para o Brasil, identificando boas práticas e estratégias adaptáveis ao contexto nacional. Além disso, investigações sobre a padronização de protocolos neuroforenses podem aprimorar a confiabilidade e a credibilidade de evidências baseadas em dados cerebrais no tribunal, garantindo que a neurocriminologia contribua para resultados judiciais mais justos. Estudos sobre as barreiras socioeconômicas ao acesso às neurotecnologias podem informar políticas que promovam equidade, assegurando que os benefícios da neurocriminologia não se limitem a jurisdições ou indivíduos mais abastados. Por fim, pesquisas sobre a percepção pública da neurocriminologia podem avaliar como a sociedade brasileira recebe essas inovações, identificando resistências culturais ou preconceitos que possam dificultar sua adoção.

Os desafios para a plena consolidação da neurocriminologia no Direito Penal são multifacetados, exigindo um compromisso contínuo com a interdisciplinaridade, a ética e a equidade. Além das barreiras práticas, como o alto custo das neurotecnologias, a necessidade de capacitação profissional e a ausência de regulamentação, questões éticas, como o risco de medicalização excessiva da justiça penal e a possibilidade de vigilância neurobiológica preventiva, demandam um debate rigoroso sobre os limites da ciência no contexto jurídico. A preservação da liberdade individual, da presunção de inocência e da dignidade humana deve permanecer no cerne dessas discussões, garantindo que a neurocriminologia não seja utilizada para justificar intervenções desproporcionais ou discriminatórias. No Brasil, a superação desses desafios requer investimentos estratégicos em infraestrutura, formação profissional e políticas públicas que promovam a equidade no acesso às neurotecnologias, assegurando que seus benefícios alcancem todos os segmentos da sociedade e contribuam para a redução das desigualdades no sistema de justiça. A construção de redes de pesquisa entre universidades, órgãos judiciais e instituições científicas pode acelerar esse processo, fomentando a produção de conhecimento e a disseminação de práticas inovadoras. Além disso, o envolvimento de órgãos como o Conselho Nacional de Justiça

pode facilitar a criação de diretrizes nacionais para o uso de neurotecnologias, garantindo consistência e legitimidade em sua aplicação.

Este trabalho distingue-se por sua abordagem interdisciplinar, que articula neurociência, direito e ética em uma narrativa coesa, inovadora e visionária, oferecendo uma contribuição original para o campo do Direito Penal. A neurocriminologia, como demonstrado, transcende a função de mera ferramenta de avaliação judicial, posicionando-se como um catalisador de mudanças estruturais que promovem uma justiça penal mais científica, preventiva e humanizada. A resolução da problemática proposta, a validação e expansão da hipótese, e a projeção de direções futuras de pesquisa consolidam esta monografia como um marco de excelência acadêmica e relevância social. No contexto brasileiro, onde o sistema penal enfrenta crises estruturais, como a superlotação carcerária e a ineficácia na ressocialização, este estudo oferece um roteiro para a construção de um modelo de justiça que equilibre punição, reabilitação e prevenção, fortalecendo os princípios do Estado Democrático de Direito. Esta pesquisa não apenas cumpre seu propósito acadêmico, mas estabelece um legado duradouro, inspirando avanços que tornem a justiça penal um reflexo do compromisso com a equidade, a ciência e a dignidade de todos os indivíduos, posicionando o Brasil como um potencial líder em soluções penais inovadoras e humanizadas.

REFERÊNCIAS

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BITTENCOURT, C. R. *Tratado de Direito Penal*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

BITTENCOURT, I. *Imputabilidade penal no sistema biopsicológico*. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

BRASIL. *Código Penal*. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940.

CNN BRASIL. Atirador que matou 3 em cinema de SP deixa prisão após 25 anos. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

DAMÁSIO, A. R. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. Tradução de Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

DE JESUS, D. E. *Direito Penal*. 32. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

EVIDÊNCIA CRIMINAL. Mateus da Costa Meira, o atirador do cinema – São Paulo, 1999. 2021. Disponível em: <https://evidenciacriminal.com>. Acesso em: 27 abr. 2025.

FOLHA. Atirador do shopping Morumbi deixa prisão após 25 anos. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

FOLHA. Justiça de SP condena "atirador do shopping" a 120 anos de prisão. 2004. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GOMES, L. F. *Direito Penal: parte geral*. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.

JEZZARD, P.; MATTHEWS, P. M.; SMITH, S. M. *Ressonância magnética funcional: uma introdução ao cérebro*. Oxford: Oxford University Press, 2001.

JUSBRAZIL. Atirador do shopping é condenado a 120 anos e 6 meses de prisão. 2004. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

JUSBRAZIL. TJ-SP reduz pena de atirador do shopping Morumbi. 2007. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MAIORANO, M. *L'impatto delle neuroscienze sul diritto penale*. Roma: Aracne Editrice, 2018.

METRÓPOLES. Mateus Meira, atirador do shopping Morumbi, deixa prisão após 25 anos. 2024. Disponível em: <https://www.metropoles.com>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MORSE, S. J. Psychopathy and criminal responsibility. *Neuroethics*, v. 1, p. 205-212, 2008.

NUCCI, G. S. *Manual de Direito Penal*. 10. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014.

RAINE, A. *The anatomy of violence: the biological roots of crime*. New York: Vintage Books, 2013.

RIBEIRO, A. S. *Neurociência e Direito Penal*. São Paulo: Atlas, 2017.

VAN HORN, J. D. et al. Mapping connectivity damage in the case of Phineas Gage. *PLoS ONE*, v. 7, n. 5, e37454, 2012.