

NEURODIREITOS, TECNOLOGIAS PRESENTES E EMERGENTES: ENTRE A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E A PROTEÇÃO CONSTITUCIONAL DA PESSOA HUMANA

NEURORIGHTS, CURRENT AND EMERGING TECHNOLOGIES: BETWEEN TECHNOLOGICAL INNOVATION AND THE CONSTITUTIONAL PROTECTION OF THE HUMAN PERSON

Ana Paula Bezerra da Silva França¹

Leonardo Neves Almeida²

Thays de Mello Giaimo³

Wancy Wallace Menezes de Barros e Silva⁴

RESUMO: O desenvolvimento de neurotecnologias capazes de registrar, interpretar ou modular sinais do sistema nervoso amplia possibilidades terapêuticas e de acessibilidade, mas também introduz riscos específicos à privacidade, à autonomia, à identidade e à integridade mental. Este artigo analisa a relação entre neurodireitos e tecnologias presentes e emergentes, com ênfase nos parâmetros constitucionais de proteção da pessoa humana. Adota-se pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por método dedutivo mediante revisão bibliográfica e documental, articulando Direito Constitucional, proteção de dados, neuroética e governança tecnológica. A investigação utiliza exemplos da ficção científica como recurso heurístico, sem equipará-los a evidências empíricas, e os confronta com aplicações contemporâneas, como interfaces cérebro-computador, estimulação neural, decodificação semântica não invasiva e dispositivos capazes de captar sinais neurofisiológicos. Examina-se, ainda, o marco brasileiro, incluindo a Constituição de 1988, a Lei Geral de Proteção de Dados e projetos legislativos sobre dados neurais e neurodireitos, bem como a experiência chilena e instrumentos internacionais recentes. Conclui-se que a proteção jurídica da atividade cerebral não exige abandonar os direitos fundamentais existentes, mas demanda sua interpretação evolutiva e, em pontos de maior risco, salvaguardas regulatórias específicas, orientadas por consentimento qualificado, finalidade, segurança, não discriminação, transparência e supervisão institucional.

Palavras-chave: Neurodireitos. Neurotecnologias. Privacidade mental. Liberdade cognitiva. Direitos fundamentais.

¹Pós-graduada em Direito Civil pela Universidade Universus Veritas Guarulhos (Univeritas UNG). Mestranda em Ciências Jurídicas pela Veni Creator Christian University (VCCU), Celebration, Flórida, Estados Unidos.

²Graduado em Direito pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Pós-graduado em Direito Público e em Direito Civil pelo Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU). Pós-graduado em Processo Civil pela Escola Judicial do Tribunal de Justiça de Pernambuco (ESMAPE). Mestrando em Ciências Jurídicas pela Veni Creator Christian University (VCCU).

³Doutora em Direito Civil pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Direitos Difusos e Coletivos pela Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES). Pós-graduada em Direito Ambiental pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU). Graduada em Direito pela FMU. Professora do Mestrado em Ciências Jurídicas da Veni Creator Christian University, dos cursos de pós-graduação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), e dos cursos de graduação da FMU e da Faculdade Monitor.

⁴Bacharel em Direito pela AESO Barros Melo. Pós-graduado em Direito Constitucional Aplicado pela Faculdade de Direito Professor Damásio de Jesus. Mestrando em Ciências Jurídicas pela Veni Creator Christian University (VCCU).

ABSTRACT: The development of neurotechnologies capable of recording, interpreting, or modulating signals from the nervous system expands therapeutic and accessibility possibilities, while also creating specific risks to privacy, autonomy, identity, and mental integrity. This article analyzes the relationship between neurorights and current and emerging technologies, with emphasis on constitutional parameters for the protection of the human person. It adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach, using deductive reasoning based on bibliographic and documentary research that connects Constitutional Law, data protection, neuroethics, and technology governance. Science-fiction examples are used as a heuristic resource, without being treated as empirical evidence, and are compared with contemporary applications such as brain-computer interfaces, neural stimulation, non-invasive semantic decoding, and devices capable of collecting neurophysiological signals. The Brazilian legal framework is also examined, including the 1988 Constitution, the General Data Protection Law, and pending legislative proposals on neural data and neurorights, alongside the Chilean experience and recent international instruments. The study concludes that legal protection of brain activity does not require abandoning existing fundamental rights, but rather their evolutionary interpretation and, in higher-risk contexts, specific regulatory safeguards based on qualified consent, purpose limitation, security, non-discrimination, transparency, and institutional oversight.

Keywords: Neurorights. Neurotechnologies. Mental privacy. Cognitive liberty. Fundamental rights.

I INTRODUÇÃO

Durante grande parte do século XX, a conexão direta entre cérebro e sistemas computacionais permaneceu associada sobretudo à ficção científica. Nas últimas décadas, entretanto, interfaces cérebro-computador, técnicas de neuroestimulação, sistemas de inteligência artificial aplicados à neurociência e métodos de análise de sinais neurais passaram a produzir aplicações concretas em pesquisa, medicina e acessibilidade. O deslocamento do tema do imaginário para ambientes clínicos e experimentais altera a natureza do problema jurídico: já não se trata apenas de imaginar cenários futuros, mas de avaliar quais categorias constitucionais são capazes de proteger a pessoa quando tecnologias conseguem inferir, registrar ou modificar aspectos vinculados à atividade do sistema nervoso.

As potencialidades são expressivas. Interfaces cérebro-computador podem contribuir para restaurar comunicação ou controle de dispositivos por pessoas com limitações motoras; técnicas de estimulação neural são utilizadas ou investigadas em diferentes contextos terapêuticos; sistemas computacionais podem auxiliar na interpretação de padrões cerebrais e no desenvolvimento de recursos de reabilitação. O potencial benefício, contudo, não elimina os riscos. Quanto mais íntima a informação inferida ou coletada, maior a necessidade de discutir

segurança, finalidade, acesso, compartilhamento, reversibilidade, responsabilidade e condições de consentimento.

O ponto de maior sensibilidade decorre da possibilidade de que dados neurais permitam inferências sobre estados cognitivos, emoções, níveis de atenção, intenções ou preferências. Tais inferências não equivalem a uma leitura transparente e ilimitada de pensamentos, e a literatura científica contemporânea impõe importantes restrições metodológicas. Ainda assim, a própria possibilidade de converter determinados padrões de atividade cerebral em informações inteligíveis já é suficiente para justificar preocupação jurídica diferenciada. Em estudo de decodificação semântica não invasiva, por exemplo, Tang et al. (2023) reconstruíram conteúdo semântico a partir de registros de ressonância magnética funcional, ressaltando, porém, que o desempenho dependia de treinamento individual e da cooperação do participante. A precisão desses limites é relevante para evitar tanto alarmismo quanto subestimação dos riscos.

É nesse ambiente que se desenvolve o debate sobre neurodireitos. A expressão reúne propostas de proteção ligadas à privacidade mental, liberdade cognitiva, identidade pessoal, integridade mental, autonomia decisória, igualdade de acesso a benefícios neurotecnológicos e prevenção de discriminação baseada em dados ou inferências neurais. Não existe, contudo, um catálogo universal e definitivamente estabilizado. A literatura apresenta formulações parcialmente distintas, o que recomenda tratar os neurodireitos menos como um bloco fechado e mais como uma agenda normativa destinada a responder a riscos emergentes (IENCA; ANDORNO, 2017; YUSTE; GENSER; HERRMANN, 2021; GABARDO; MACHADO, 2025).

3

No Brasil, o debate deve partir do sistema constitucional vigente. A dignidade da pessoa humana, a liberdade, a intimidade, a vida privada, a igualdade e a proteção de dados pessoais fornecem bases normativas relevantes. A Emenda Constitucional nº 115/2022 introduziu expressamente a proteção de dados pessoais entre os direitos e garantias fundamentais, reforçando a dimensão constitucional da autodeterminação informativa. Ao mesmo tempo, a especificidade dos dados neurais suscita a pergunta sobre a suficiência das categorias existentes, em especial quando a tecnologia deixa de apenas coletar dados externos e passa a alcançar sinais produzidos pelo próprio sistema nervoso.

O problema central deste estudo consiste, portanto, em examinar como o Direito Constitucional pode conciliar inovação neurotecnológica e proteção da pessoa humana sem cair em dois extremos: de um lado, a ausência de salvaguardas diante de tecnologias de alto impacto;

de outro, uma regulação prematura ou excessivamente rígida que impeça aplicações terapêuticas, assistivas ou científicas socialmente valiosas. O objetivo geral é analisar a relação entre neurodireitos e tecnologias presentes e emergentes. Como objetivos específicos, pretende-se: sistematizar as principais dimensões jurídicas associadas aos neurodireitos; confrontar representações ficcionais com capacidades tecnológicas efetivamente demonstradas; examinar o marco constitucional e legislativo brasileiro; e situar o tema no contexto internacional de governança da neurotecnologia.

A pesquisa é qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por método dedutivo e por revisão bibliográfica e documental. A análise articula Direito Constitucional, proteção de dados, bioética, neuroética e regulação tecnológica. Obras audiovisuais são empregadas exclusivamente como recurso heurístico para formular problemas jurídicos; as afirmações sobre capacidades tecnológicas são fundamentadas em literatura científica, jurídica ou institucional. Essa distinção metodológica busca preservar o caráter prospectivo do debate sem transformar hipóteses ficcionais em evidência empírica.

2 O ADVENTO DOS NEURODIREITOS E A NECESSIDADE DE SUA PROTEÇÃO

O debate contemporâneo sobre neurodireitos ganhou projeção internacional com a convergência entre neurociência, inteligência artificial e interfaces cérebro-computador. Ienca e Andorno (2017) propuseram a necessidade de avaliar novos direitos humanos diante do desenvolvimento da neurociência e da neurotecnologia, enquanto Yuste et al. (2017) chamaram atenção para prioridades éticas relacionadas à privacidade, identidade, agência e vieses. Em formulações posteriores vinculadas à NeuroRights Initiative e à NeuroRights Foundation, difundiu-se um catálogo propositivo que costuma compreender privacidade mental, identidade pessoal, livre-arbítrio ou autonomia decisória, acesso equitativo ao aprimoramento cognitivo e proteção contra vieses. Trata-se de construção doutrinária e político-regulatória em evolução, e não de uma lista universalmente positivada.

A liberdade cognitiva diz respeito à preservação da capacidade de pensar, formar convicções e tomar decisões sem coerção neurotecnológica indevida. A expressão aproxima-se da autonomia e da liberdade de pensamento, mas acrescenta uma dimensão tecnológica: o risco de que intervenções sobre o sistema nervoso ultrapassem a persuasão ordinária e passem a interferir diretamente nos processos cognitivos. Por isso, consentimento, reversibilidade e

proporcionalidade assumem papel central quando uma tecnologia pretende modular a atividade cerebral.

A privacidade mental, por sua vez, dirige-se à proteção de informações provenientes da atividade cerebral ou inferidas a partir dela. A relevância dessa categoria decorre do fato de que neurodados podem revelar aspectos que o indivíduo não decidiu comunicar. A proteção não deve ser construída a partir da ideia imprecisa de que qualquer dispositivo já consegue ler pensamentos de forma completa, mas da constatação mais prudente de que determinadas tecnologias conseguem extrair sinais e inferências cognitivas em condições específicas. A consequência jurídica é a exigência de finalidade legítima, minimização, segurança, controle de acesso e consentimento compatível com a sensibilidade do tratamento.

A identidade pessoal e a integridade mental relacionam-se à continuidade da personalidade e à proteção contra intervenções capazes de alterar, sem justificativa ou consentimento adequados, aspectos relevantes da experiência psíquica e do comportamento. Neuroestimulação e outras formas de neuromodulação podem produzir efeitos terapêuticos importantes, mas qualquer intervenção que afete humor, impulso, memória ou tomada de decisão exige avaliação ética e clínica proporcional ao risco. O Direito não deve presumir que toda modulação cerebral seja lesiva; deve, porém, estabelecer condições para que a intervenção permaneça orientada pelo benefício, pela autonomia do paciente e por protocolos de segurança.

5

O acesso equitativo às neurotecnologias introduz uma dimensão distributiva. Tecnologias capazes de restaurar funções ou ampliar capacidades podem acentuar desigualdades caso se tornem acessíveis apenas a grupos economicamente privilegiados. A questão ultrapassa o debate sobre aprimoramento humano: mesmo aplicações terapêuticas podem aprofundar assimetrias se os sistemas de saúde, educação e assistência não forem capazes de distribuir seus benefícios de maneira justa. A igualdade cognitiva, nesse sentido, não significa uniformizar capacidades, mas impedir que a inovação produza discriminações ou barreiras injustificadas.

A proteção contra vieses completa esse conjunto ao reconhecer que sistemas de inteligência artificial associados a neurotecnologias podem reproduzir ou amplificar padrões discriminatórios. O risco pode surgir tanto no treinamento de modelos quanto na interpretação dos dados, na seleção de usuários, na inferência de estados mentais ou no uso de métricas cognitivas em contextos de trabalho, educação, seguros e crédito. Como destacam Yuste et al. (2017), a integração entre neurotecnologia e inteligência artificial exige atenção não apenas à eficácia, mas às consequências sociais e à distribuição de benefícios e riscos.

A experiência chilena é frequentemente apresentada como marco pioneiro, mas requer precisão. A Lei nº 21.383, publicada em 25 de outubro de 2021, alterou o art. 19, nº 1, da Constituição chilena para estabelecer que o desenvolvimento científico e tecnológico deve estar a serviço das pessoas e respeitar a vida e a integridade física e psíquica, determinando que a lei proteja especialmente a atividade cerebral e as informações dela provenientes. A reforma não constitucionalizou, de modo literal, um rol fechado de cinco neurodireitos; ela criou uma cláusula constitucional específica de proteção da atividade e da informação cerebral, cujo alcance vem sendo desenvolvido por legislação e debate doutrinário (CHILE, 2021; LOPES, 2024).

Essa distinção é importante para o desenho regulatório brasileiro. Em vez de simplesmente importar modelos, é necessário identificar quais riscos já são alcançados por direitos fundamentais existentes e quais exigem densificação legislativa. Flores Filho e Firmo (2023) relacionam a proteção dos neurodireitos à dignidade humana na era digital, enquanto Gabardo e Machado (2025) sustentam a possibilidade de compreendê-los como direitos fundamentais diante dos desafios contemporâneos à privacidade, identidade, autonomia e igualdade. A discussão, portanto, deve combinar continuidade constitucional e inovação regulatória.

3 NEUROTECNOLOGIAS EMERGENTES E A FRONTEIRA ENTRE FICÇÃO E REALIDADE

6

A ficção científica oferece um repertório útil para antecipar conflitos normativos, desde que não seja confundida com prova de que determinado risco já se materializou. Narrativas audiovisuais frequentemente exageram capacidades tecnológicas, mas podem revelar perguntas jurídicas relevantes: quem controla a intervenção? Como se obtém consentimento? É possível revogá-lo? Quem responde por danos? Quais informações podem ser coletadas? Em que situações o Estado ou empresas poderiam utilizar tecnologias que interfiram na atividade cerebral? O valor metodológico da ficção está na formulação dessas perguntas, e não na presunção de que o cenário narrado seja tecnicamente possível no presente.

Em *Laranja Mecânica*, a chamada Técnica Ludovico é apresentada como condicionamento estatal destinado a alterar a resposta do protagonista à violência. A narrativa permite formular uma questão contemporânea: até que ponto o Estado poderia impor intervenção neurobiológica ou neurotecnológica com finalidade terapêutica, preventiva ou penal? A resposta constitucional deve considerar integridade física e psíquica, devido processo,

proporcionalidade e consentimento. Mesmo no campo clínico, intervenções invasivas exigem indicação, avaliação de risco e mecanismos de proteção da autonomia; em contexto penal, o grau de coerção potencializa as objeções éticas e constitucionais.

No mundo real, estimulação cerebral profunda e estimulação magnética transcraniana demonstram que a modulação da atividade neural possui aplicações terapêuticas concretas, ainda que com indicações, níveis de evidência e riscos distintos. O fato de uma técnica ser clinicamente útil não autoriza extrapolar seus usos. O problema jurídico surge quando se cogita empregar intervenções para finalidades de controle comportamental, aumento de desempenho ou modificação de traços sem justificativa terapêutica adequada. Ferreira, Ferreira e Leal (2025) destacam que a tutela da mente humana deve considerar simultaneamente os benefícios médicos e os riscos à autonomia e à integridade.

Matrix apresenta um cenário muito mais distante da capacidade tecnológica atual: a experiência perceptiva de indivíduos é integralmente mediada por uma simulação à qual não aderiram de forma livre. Embora essa hipótese permaneça ficcional, ela funciona como metáfora para os problemas de privacidade mental e manipulação cognitiva. A comparação se torna juridicamente mais útil quando substitui a ideia de controle total por situações efetivamente observáveis, como a coleta de sinais neurais, a inferência de estados cognitivos e o uso de sistemas algorítmicos capazes de personalizar estímulos.

7

Um marco relevante foi o desenvolvimento de um decodificador semântico não invasivo por pesquisadores da Universidade do Texas. Tang et al. (2023) demonstraram que, após treinamento individualizado, um sistema baseado em ressonância magnética funcional poderia reconstruir conteúdo semântico associado à percepção e à imaginação de linguagem. O estudo não demonstrou leitura irrestrita de pensamentos e verificou que a cooperação do participante era necessária tanto para treinar quanto para aplicar o decodificador. A conclusão jurídica adequada, portanto, não é que a intimidade mental já se tornou tecnicamente inexistente, mas que a trajetória científica torna prudente construir salvaguardas antes que a capacidade de inferência se amplie.

Interfaces cérebro-computador implantáveis também vêm sendo desenvolvidas para restaurar comunicação, controlar cursores ou operar dispositivos assistivos. Em tais casos, o benefício à autonomia pode ser profundo. A mesma infraestrutura, entretanto, produz dados altamente sensíveis e pode gerar vulnerabilidades de segurança. A análise constitucional deve considerar não apenas o momento da coleta, mas todo o ciclo de vida: processamento,

armazenamento, transferência, atualização de software, acesso por terceiros, encerramento do serviço e eventual dependência do usuário em relação ao fornecedor.

Dispositivos não invasivos, como eletroencefalografia vestível, ampliam o debate para trabalho, educação, esportes e consumo. Métricas de atenção, fadiga ou engajamento podem ter utilidade em ambientes específicos, mas seu emprego para avaliar produtividade, selecionar trabalhadores ou classificar estudantes cria riscos de vigilância e discriminação. A inferência neurofisiológica deve ser tratada com cautela, sobretudo porque um indicador probabilístico pode ser convertido, indevidamente, em juízo definitivo sobre capacidade, motivação ou desempenho. O problema é agravado quando o titular não conhece o modelo de inferência ou não dispõe de alternativa real ao monitoramento.

Black Mirror, especialmente o episódio San Junipero, permite discutir uma hipótese ainda mais prospectiva: a emulação ou persistência digital de aspectos da personalidade. Projetos de emulação integral do cérebro permanecem especulativos e enfrentam obstáculos científicos substanciais. Ainda assim, a hipótese ajuda a formular questões de identidade, continuidade, consentimento pós-morte e titularidade de registros capazes de reproduzir padrões comportamentais. O artigo não assume que a transferência de uma mente para ambiente digital seja tecnologicamente disponível; utiliza a hipótese para demonstrar que o Direito pode precisar lidar com representações digitais cada vez mais sofisticadas da pessoa.

8

Esses exemplos revelam que a fronteira regulatória não se resume à dicotomia entre inovação e proibição. O mesmo conjunto tecnológico pode restaurar capacidades, produzir conhecimento científico ou aumentar a independência de pessoas com deficiência e, em outro contexto, gerar vigilância, discriminação ou manipulação. A resposta jurídica deve ser orientada pelo uso, pelo risco, pela finalidade e pelo grau de interferência sobre a pessoa, e não por uma rejeição abstrata da tecnologia.

4 FUNDAMENTAÇÃO JURÍDICA E NECESSIDADE DE REGULAMENTAÇÃO NO BRASIL

A ordem constitucional brasileira oferece bases relevantes para a tutela dos interesses associados aos neurodireitos. A dignidade da pessoa humana, prevista no art. 1º, III, funciona como fundamento interpretativo para a proteção da autonomia e da integridade. O art. 5º assegura liberdade, igualdade, intimidade, vida privada e inviolabilidade de diferentes esferas da pessoa. A cláusula de abertura material do § 2º permite reconhecer direitos decorrentes do

regime e dos princípios constitucionais e dos tratados internacionais de que o Brasil seja parte. A Emenda Constitucional nº 115/2022, ao inserir a proteção de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, no art. 5º, LXXIX, reforçou a aptidão constitucional para enfrentar riscos informacionais emergentes.

Esse conjunto permite sustentar que privacidade mental, integridade psíquica, autonomia cognitiva e proteção de neurodados não surgem em um vazio normativo. Em muitos casos, podem ser compreendidas como projeções contemporâneas de direitos já existentes. Isso não significa, contudo, que a legislação infraconstitucional seja automaticamente suficiente. A especificidade dos neurodados decorre de seu potencial para revelar ou permitir inferências sobre estados internos, além da possibilidade de que certas neurotecnologias não apenas colem informações, mas também influenciem ou modulem o sistema nervoso.

A Lei nº 13.709/2018, Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, fornece princípios indispensáveis, como finalidade, adequação, necessidade, segurança, prevenção, não discriminação e responsabilização. Dados de saúde, genéticos e biométricos são tratados como dados pessoais sensíveis. A lei, porém, não menciona expressamente os dados neurais como categoria autônoma. Dependendo do conteúdo e da finalidade, neurodados podem enquadrar-se em categorias já protegidas, especialmente quando vinculados à saúde ou à identificação biométrica; em outros casos, a qualificação pode suscitar controvérsia, o que fortalece a justificativa para disciplina legislativa específica.

9

O debate legislativo brasileiro já reconhece essa lacuna. O Projeto de Lei nº 522/2022 propõe modificar a LGPD para conceituar dado neural, interface cérebro-computador e neurotecnologia, além de estabelecer regras específicas para tratamento de dados neurais. Em março de 2026, o PL nº 6.687/2025 foi apensado à proposição, trazendo previsão de inclusão dos dados neurais no rol de dados pessoais sensíveis e regras relativas a coleta, uso, armazenamento, descarte e usos em ambientes de trabalho e educação. Até setembro de 2026, o PL nº 522/2022 permanecia em tramitação na Câmara dos Deputados, aguardando apreciação na Comissão de Saúde (BRASIL, 2022; BRASIL, 2025a).

Em paralelo, o Projeto de Lei nº 2.174/2023 estabelece normas e princípios para proteção de direitos relacionados ao cérebro e ao sistema nervoso, incluindo integridade cerebral e neurológica, privacidade, liberdade cognitiva, igualdade cognitiva, autonomia e não discriminação. A proposta permanecia, em setembro de 2026, aguardando designação de relatoria na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania da Câmara. Sua existência

demonstra que o debate legislativo não se limita à proteção de dados, abrangendo também intervenções e garantias de autonomia (BRASIL, 2023).

A atualização do Código Civil também passou a incorporar o tema. O Projeto de Lei nº 4/2025, em tramitação no Senado Federal, contém um Livro de Direito Civil Digital e recebeu formulações relativas a neurodireitos e neurotecnologias, ainda sujeitas à deliberação legislativa. O projeto encontrava-se em 2026 sob exame de comissão temporária. A relevância dessa proposta reside em reconhecer que a tutela da mente não se limita ao Direito Público ou à proteção de dados: contratos, responsabilidade civil, direitos da personalidade e relações de consumo também poderão ser afetados por serviços e dispositivos neurotecnológicos (BRASIL, 2025b).

A existência de múltiplos projetos exige coordenação. Uma regulação fragmentada pode produzir conceitos incompatíveis, sobreposição de autoridades e incerteza sobre obrigações. O caminho mais consistente é adotar uma arquitetura baseada em risco e ciclo de vida. Aplicações terapêuticas e assistivas, por exemplo, demandam integração com regulação sanitária, pesquisa clínica e proteção de dados; aplicações laborais e educacionais exigem atenção à assimetria de poder e à validade do consentimento; produtos de consumo devem observar transparência, segurança e proibição de práticas abusivas.

10

Entre as salvaguardas centrais, destaca-se o consentimento qualificado. Em ambiente neurotecnológico, consentir não pode significar apenas clicar em uma autorização genérica. O titular precisa compreender a natureza dos sinais coletados, as inferências possíveis, a finalidade, a duração do tratamento, os destinatários, os riscos de reidentificação, a existência de processamento automatizado e as consequências da revogação. Em relações marcadas por dependência - como emprego, escola ou acesso a serviço essencial -, a voluntariedade do consentimento deve ser examinada com rigor, pois a recusa pode não ser uma alternativa real.

Também são indispensáveis minimização e limitação de finalidade. Sistemas devem coletar apenas os sinais necessários à finalidade declarada e evitar reutilização incompatível. Dados neurais obtidos para reabilitação não devem ser automaticamente convertidos em insumo para publicidade, avaliação de produtividade ou perfilamento comercial. A sensibilidade do dado recomenda controles de acesso reforçados, criptografia, segregação, auditoria, registros de operação e avaliação prévia de impacto quando o tratamento puder gerar elevado risco aos direitos fundamentais.

A não discriminação deve abranger tanto decisões baseadas diretamente em neurodados quanto inferências derivadas de modelos. Um empregador não deveria transformar indicadores probabilísticos de fadiga ou atenção em rótulos permanentes sobre aptidão; uma seguradora não deveria usar inferências cognitivas sem base jurídica e científica adequada; instituições educacionais precisam evitar que métricas neurofisiológicas se convertam em mecanismos de seleção ou exclusão. Em todos esses cenários, transparência e contestabilidade são condições de legitimidade.

Por fim, a regulação deve reconhecer a diferença entre leitura e intervenção. A coleta de sinais neurais já impõe deveres de privacidade e segurança; tecnologias capazes de modular a atividade cerebral acrescentam requisitos de integridade, segurança clínica, proporcionalidade, reversibilidade e supervisão profissional. A tutela jurídica deve acompanhar o grau de intrusão e o potencial de dano. Esse desenho permite proteger a pessoa sem tratar toda neurotecnologia como ameaça, preservando espaço para pesquisa responsável e inovação socialmente benéfica.

5 CONSTITUCIONALISMO GLOBAL, DIREITOS HUMANOS DIGITAIS E GOVERNANÇA DA NEUROTECNOLOGIA

O caráter transnacional da neurotecnologia impede que a discussão seja resolvida apenas por normas domésticas. Dispositivos podem ser desenvolvidos em um país, processar dados em outro e ser utilizados por pessoas submetidas a diferentes regimes jurídicos. Empresas privadas controlam infraestrutura, software e modelos de inteligência artificial, enquanto universidades, hospitais e governos participam de pesquisa e aplicação. A proteção da pessoa, portanto, depende de articulação entre constituições nacionais, legislação de proteção de dados, regulação sanitária, direitos humanos e padrões internacionais de governança.

O constitucionalismo contemporâneo já enfrenta desafio semelhante em outras áreas digitais. Direitos tradicionais, como privacidade, liberdade de expressão, igualdade e devido processo, precisam ser reinterpretados diante de plataformas, algoritmos e tratamento massivo de dados. Os neurodireitos aprofundam esse movimento porque deslocam a fronteira informacional para sinais relacionados à atividade cerebral. Asís Roig (2022) observa que inteligência artificial e neurotecnologias pressionam as categorias clássicas e alimentam a demanda por novas formas de proteção, sem que isso implique necessariamente substituir os direitos já reconhecidos.

Ienca e Andorno (2017) propõem que avanços em neurociência e neurotecnologia podem exigir atualização do repertório de direitos humanos, especialmente em matéria de liberdade cognitiva, privacidade mental, integridade e continuidade psicológica. O ponto central não é multiplicar categorias abstratas, mas evitar que novas capacidades técnicas criem zonas de proteção inferior. Se a tecnologia torna possível acessar ou influenciar dimensões antes inacessíveis, o sistema jurídico deve assegurar que a expansão técnica não reduza a esfera de autodeterminação do indivíduo.

A experiência chilena demonstra uma estratégia constitucional de antecipação. Ao proteger expressamente a atividade cerebral e as informações dela provenientes, a Lei nº 21.383/2021 reconheceu que o avanço científico e tecnológico precisa permanecer subordinado à integridade física e psíquica. O modelo chileno é relevante, mas não deve ser reproduzido de maneira automática. A eficácia de qualquer reforma depende de legislação infraconstitucional, capacidade institucional, fiscalização e compatibilidade com o restante do sistema jurídico.

No plano internacional, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico aprovou, em 2019, a Recomendação do Conselho sobre Inovação Responsável em Neurotecnologia. O instrumento orienta governos e agentes privados a promover segurança, inclusão, deliberação social, proteção de dados cerebrais, supervisão e prevenção de usos indevidos. A lógica é de governança antecipatória: incorporar responsabilidade durante o desenvolvimento tecnológico, em vez de agir apenas depois da ocorrência do dano (OCDE, 2019).

12

O quadro normativo internacional avançou de forma significativa em 2025 com a adoção, pela Conferência Geral da UNESCO, da Recomendação sobre a Ética da Neurotecnologia. O instrumento foi aprovado em 11 de novembro de 2025 e estabelece princípios para orientar pesquisa, desenvolvimento e uso de neurotecnologias de modo compatível com direitos humanos, dignidade e bem-estar. Por se tratar de recomendação, não funciona como tratado sujeito a ratificação, mas constitui referência normativa internacional relevante para políticas públicas e legislação doméstica (UNESCO, 2025).

A adoção de parâmetros internacionais é particularmente importante para neurodados. O fluxo transfronteiriço de informação e o uso de serviços em nuvem dificultam soluções puramente territoriais. Além disso, a interoperabilidade de dispositivos e a dependência de plataformas privadas criam riscos de concentração econômica e tecnológica. Uma governança adequada deve exigir padrões mínimos de segurança, portabilidade quando aplicável, regras

sobre transferência internacional, transparência sobre subcontratados e mecanismos de responsabilização que acompanhem toda a cadeia de tratamento.

Outra dimensão é a segurança cibernética. Uma falha em sistema neurotecnológico pode produzir consequências distintas das associadas a bancos de dados convencionais. Em dispositivos assistivos ou de estimulação, vulnerabilidades podem afetar funcionalidade, saúde ou autonomia. Por isso, segurança por projeto, atualização contínua, gestão de vulnerabilidades e planos de resposta a incidentes devem integrar a proteção dos direitos fundamentais. A privacidade mental não pode ser separada da segurança técnica do ecossistema.

A governança também deve distinguir pesquisa de uso comercial. Estudos científicos submetidos a comitês de ética, protocolos de pesquisa e supervisão institucional operam sob controles diferentes daqueles presentes em produtos de consumo. Quando dispositivos são comercializados diretamente ao público, promessas sobre concentração, bem-estar ou desempenho podem exceder a evidência disponível. Transparência sobre validade científica, limitações e riscos é condição para evitar que dados neurais sejam coletados em troca de benefícios pouco demonstrados.

Em ambientes de trabalho e educação, o problema da assimetria é ainda mais intenso. Um trabalhador pode formalmente aceitar monitoramento neurofisiológico por receio de perder oportunidades; um estudante pode sentir-se compelido a utilizar dispositivo adotado pela instituição. Nessas situações, a proteção não pode depender exclusivamente de consentimento. São necessários limites substantivos, avaliação de necessidade, proibição de usos discriminatórios e mecanismos independentes de fiscalização.

A proteção de crianças e adolescentes merece cuidado adicional. Pessoas em desenvolvimento possuem maior vulnerabilidade a práticas de monitoramento, perfilamento e manipulação. Tecnologias voltadas a jogos, aprendizagem ou bem-estar podem coletar dados capazes de revelar padrões sensíveis sem que os responsáveis compreendam plenamente o alcance das inferências. Uma abordagem orientada pelo melhor interesse exige minimização rigorosa, linguagem acessível, limites à exploração comercial e proteção reforçada contra decisões automatizadas prejudiciais.

O acesso equitativo às neurotecnologias completa a dimensão global. Inovações capazes de restaurar comunicação ou mobilidade não devem se tornar privilégio de poucos. Ao mesmo tempo, políticas de acesso precisam diferenciar tecnologias terapêuticas de propostas de aprimoramento. O princípio da igualdade recomenda priorizar redução de deficiência e

sofrimento, avaliar impactos distributivos e impedir que diferenças econômicas sejam convertidas em hierarquias cognitivas juridicamente toleradas.

Constitucionalismo global, direitos humanos digitais e neurodireitos podem, assim, ser compreendidos como camadas complementares. O primeiro oferece uma perspectiva de cooperação entre ordens jurídicas; os segundos atualizam garantias diante de relações mediadas por tecnologia; os neurodireitos focalizam riscos específicos associados à atividade cerebral e ao sistema nervoso. O ponto comum é a subordinação da inovação à pessoa humana. A tecnologia pode ampliar autonomia e qualidade de vida, mas sua legitimidade depende de permanecer compatível com liberdade, integridade, privacidade, igualdade e capacidade de autodeterminação.

6 CONCLUSÃO

A análise demonstra que o debate sobre neurodireitos não pode ser reduzido nem a um entusiasmo tecnológico acrítico nem a uma narrativa de ameaça inevitável. Neurotecnologias já produzem benefícios relevantes em pesquisa, saúde e acessibilidade, enquanto capacidades de inferência e modulação neural levantam problemas que o Direito precisa enfrentar antes de sua disseminação massiva. O desafio é construir proteção proporcional ao risco, preservando espaço para inovação responsável.

14

Os direitos fundamentais existentes fornecem bases robustas para essa tarefa. Dignidade, liberdade, intimidade, integridade física e psíquica, igualdade e proteção de dados pessoais alcançam parcela expressiva dos interesses associados à mente e aos neurodados. A cláusula de abertura material do art. 5º, § 2º, e a constitucionalização da proteção de dados reforçam a possibilidade de interpretação evolutiva. Ainda assim, a singularidade de determinados tratamentos e intervenções justifica regras específicas para consentimento, finalidade, segurança, compartilhamento, uso em relações assimétricas, não discriminação e fiscalização.

No Brasil, os Projetos de Lei nº 522/2022, nº 2.174/2023, nº 6.687/2025 e o debate inserido no PL nº 4/2025 revelam que a matéria já alcançou a agenda legislativa. O fato de existirem propostas paralelas exige cuidado para evitar conceitos divergentes e sobreposição regulatória. Uma arquitetura coerente deve articular LGPD, direitos da personalidade, regulação sanitária, pesquisa científica, relações de consumo, trabalho e educação, sempre considerando o grau de intrusão da tecnologia.

A comparação internacional oferece parâmetros úteis. A reforma constitucional chilena de 2021, a Recomendação da OCDE sobre Inovação Responsável em Neurotecnologia e a Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Neurotecnologia mostram uma tendência de governança antecipatória. Esses instrumentos convergem na ideia de que o desenvolvimento tecnológico deve servir à pessoa e ser acompanhado por segurança, equidade, transparência e respeito à autonomia.

A ficção científica, utilizada neste estudo como recurso heurístico, evidencia conflitos que ajudam a testar os limites das categorias jurídicas. Contudo, a formulação regulatória deve permanecer ancorada no estado real da ciência. Exagerar capacidades atuais pode gerar pânico moral e normas inadequadas; ignorar a direção do desenvolvimento pode deixar pessoas expostas quando as tecnologias amadurecerem. A resposta mais consistente é combinar evidência científica, precaução proporcional e revisão normativa periódica.

Conclui-se, portanto, que a proteção jurídica da atividade cerebral constitui uma expansão contemporânea da tutela constitucional da pessoa humana. O objetivo não é transformar toda inovação em risco presumido, mas assegurar que ferramentas capazes de acessar, inferir ou modular funções do sistema nervoso permaneçam submetidas à autonomia, à integridade, à privacidade e à igualdade. O desenvolvimento neurotecnológico será socialmente legítimo na medida em que amplie capacidades humanas sem converter a mente em objeto de vigilância, discriminação ou manipulação.

REFERÊNCIAS

A CLOCKWORK ORANGE. Direção: Stanley Kubrick. Estados Unidos; Reino Unido: Warner Bros., 1971. 1 filme (136 min).

ASÍS ROIG, Rafael F. Inteligencia artificial y neurotecnologías: la demanda de nuevos derechos. In: SANJUÁN ANDRÉS, Francisco Javier; ORTEGA GIMÉNEZ, Cristina María; RECHE TELLO, Nuria (coord.). La teoría constitucional frente a la transformación digital y las nuevas tecnologías. Cizur Menor: Aranzadi, 2022. p. 165-179.

BLACK MIRROR: San Junipero. Direção: Owen Harris. Reino Unido: Netflix, 2016. Episódio de série (61 min).

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 115, de 10 de fevereiro de 2022. Altera a Constituição Federal para incluir a proteção de dados pessoais entre os direitos e garantias fundamentais. Brasília,

DF, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc115.htm. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 522, de 2022. Modifica a Lei nº 13.709/2018 a fim de conceituar dado neural e regulamentar a sua proteção. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2317524>. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 2.174, de 2023. Estabelece normas e princípios para proteção dos direitos fundamentais relacionados ao cérebro e ao sistema nervoso humano. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2358605>. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 6.687, de 2025. Altera a Lei nº 13.709/2018 para incluir dados neurais no rol de dados pessoais sensíveis e estabelecer regras específicas para seu tratamento. Brasília, DF, 2025a. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2599280>. Acesso em: 16 set. 2026.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei nº 4, de 2025. Dispõe sobre a atualização da Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), e da legislação correlata. Brasília, DF, 2025b. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/166998>. Acesso em: 16 set. 2026.

CHILE. Ley nº 21.383, de 25 de octubre de 2021. Modifica la Carta Fundamental para establecer el desarrollo científico y tecnológico al servicio de las personas. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2021. Disponível em: <https://www.leychile.cl/navegar?idNorma=1166983>. Acesso em: 16 set. 2026.

FERREIRA, Versalhes Enos Nunes; FERREIRA, Vanessa Rocha; LEAL, Pastora do Socorro Teixeira. Neurotecnologias e neurodireitos: a tutela jurídica da mente humana. *Revista de Direitos Humanos e Efetividade*, Florianópolis, v. 10, n. 2, 2025. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2526-0022/2024.v10i2.10836. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistadhe/article/view/10836>. Acesso em: 28 jul. 2026.

FLORES FILHO, Edgar Gastón Jacobs; FIRMO, Marina de Castro. Dignidade humana e neurodireitos na era digital. *Revista do Instituto de Direito Constitucional e Cidadania*, [S. l.], v. 7, n. 2, e063, 2023. DOI: 10.48159/revistadoidcc.v7n2.e063. Disponível em: <https://revistadoidcc.com.br/index.php/revista/article/view/157>. Acesso em: 30 jul. 2026.

GABARDO, Emerson; MACHADO, João Henrique. Neurodireitos como direitos fundamentais. *Revista de Investigações Constitucionais*, Curitiba, v. 12, n. 2, e509, 2025.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rinc/a/hQx8bp5YVzYbDFBXbBfyyRz/>. Acesso em: 28 jul. 2026.

IENCA, Marcello; ANDORNO, Roberto. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy*, v. 13, art. 5, 2017. DOI: 10.1186/s40504-017-0050-1. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40504-017-0050-1>. Acesso em: 30 jul. 2026.

LOPES, Ana Maria D'Ávila. Iniciativas internacionais de proteção aos neurodireitos humanos: transhumanismo ou bioconservadorismo? *Revista Quaestio Iuris*, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 444-465, 2024. DOI: 10.12957/rqi.2024.75061. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/quaestioiuris/article/view/75061>. Acesso em: 30 jul. 2026.

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. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/view/5307>. Acesso em: 30 jul. 2026.

MATRIX, The. Direção: Lana Wachowski; Lilly Wachowski. Estados Unidos: Warner Bros., 1999. 1 filme (136 min).

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Recommendation of the Council on Responsible Innovation in Neurotechnology. Paris: OECD, 2019. OECD/LEGAL/0457. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0457>. Acesso em: 16 set. 2026.

17

TAKANO, Camila Cardoso; SILVA, Lucas Gonçalves da. O constitucionalismo digital e as novas tecnologias da informação e comunicação (TIC). *Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias*, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2020. DOI: 10.26668/IndexLawJournals/2526-0049/2020.v6i1.6392. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistadgnt/article/view/6392>. Acesso em: 28 jul. 2026.

TANG, Jerry; LEBEL, Amanda; JAIN, Shailee; HUTH, Alexander G. Semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings. *Nature Neuroscience*, v. 26, p. 858-866, 2023. DOI: 10.1038/s41593-023-01304-9. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41593-023-01304-9>. Acesso em: 16 set. 2026.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. Recommendation on the Ethics of Neurotechnology. Paris: UNESCO, 11 nov. 2025. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/node/86248>. Acesso em: 16 set. 2026.

YUSTE, Rafael et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*, v. 551, p. 159-163, 2017. DOI: 10.1038/551159a. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/551159a>. Acesso em: 28 jul. 2026.

YUSTE, Rafael; GENSER, Jared; HERRMANN, Stephanie. It's time for neuro-rights. *Horizons*, v. 18, p. 154-164, 2021. Disponível em: <https://www.cirsd.org/en/horizons/horizons-winter-2021-issue-no-18/its-time-for-neuro-rights>. Acesso em: 28 jul. 2026.