



UnB

PEDRO ARAÚJO MARTINS

REVISÃO DA LITERATURA BIOÉTICA SOBRE OS DESAFIOS ÉTICOS DO USO
DE NEUROTECNOLOGIAS NO AMBIENTE DE TRABALHO

BRASÍLIA

2025



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOÉTICA

PEDRO ARAÚJO MARTINS

REVISÃO DA LITERATURA BIOÉTICA SOBRE OS DESAFIOS ÉTICOS DO USO
DE NEUROTECNOLOGIAS NO AMBIENTE DE TRABALHO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Bioética pelo Programa de Pós-Graduação em Bioética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof. Dra. Monique Pyrrho

Brasília

2025

PEDRO ARAÚJO MARTINS

REVISÃO DA LITERATURA BIOÉTICA SOBRE OS DESAFIOS ÉTICOS DO USO
DE NEUROTECNOLOGIAS NO AMBIENTE DE TRABALHO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Bioética pelo Programa de Pós-Graduação em Bioética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Monique Pyrrho

Programa de Pós-Graduação em Bioética da Universidade de Brasília
Presidente

Profa Dra Aline Albuquerque Santanna

Programa de Pós-Graduação em Bioética da Universidade de Brasília
Examinador interno

Profa Dra Ana Maria D'Ávila Lopes

Universidade de Fortaleza
Examinador externo

Profa Dra Maria da Glória Lima

Programa de Pós-Graduação em Bioética da Universidade de Brasília
Suplente

Dedico este trabalho ao meu pai, Jacy Martins da Silva, cuja confiança inabalável e incentivo constante foram decisivos para minha trajetória acadêmica. Seu exemplo, unido ao de minha mãe, Maria Francilene Araújo Martins, moldou minha formação intelectual e minha maneira de enfrentar as adversidades, guiando-me ao longo de todo o caminho.

Agradeço à Professora Monique Pyrrho pela inestimável dedicação, pela paciência e pela orientação que tornaram possível a realização deste trabalho. Registro, igualmente, minha gratidão a Leonardo Cambraia, pelo apoio e por me apresentar ao campo da Bioética. Estendo, por fim, meus agradecimentos aos demais professores e colegas que integraram esta jornada acadêmica.

*“Mais do que máquinas, precisamos de
humanidade. Mais do que inteligência,
necessitamos de afeto e delicadeza. Sem
essas virtudes, a vida será violenta — e
tudo estará perdido.”*

Charles Chaplin, O Grande Ditador
(1940).

RESUMO

Introdução: As neurotecnologias, originalmente desenvolvidas para fins médicos, vêm sendo cada vez mais incorporadas ao ambiente de trabalho. Em contexto de intensificação da produtividade e da precarização do trabalho, tais dispositivos suscitam dilemas éticos inéditos. **Objetivos:** Objetivo Geral: Analisar as implicações éticas do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho, a partir das abordagens predominantes na literatura científica contemporânea. Objetivos Específicos: a) Analisar as principais implicações éticas das neurotecnologias já aventadas; b) Identificar as principais tendências relativas a distribuição geográfica, temporal e disciplinar da literatura científica sobre as dimensões éticas do uso de neurotecnologia em ambiente laboral; c) Discutir o uso das neurotecnologias e seus possíveis resultantes para as relações de poder no trabalho; e, d) Contribuir com o conhecimento necessário para o delineamento de diretrizes para assegurar o uso ético das neurotecnologias. **Metodologia:** Realizou-se levantamento bibliográfico em abril de 2025 nas bases PubMed, Scopus, CAPES, LILACS, SciELO e na Bioethics Research Library (KIE/GU), utilizando os termos: “*neurotechnology workplace*”, “*neurotechnology*”, “*workplace*” e “*ethics*”. Foram incluídos artigos científicos disponíveis em português, inglês ou espanhol. Os artigos foram categorizados por ano, país, área de formação dos autores, tecnologias identificadas, profissões envolvidas, finalidades atribuídas e principais implicações éticas. **Resultados:** A literatura analisada contou com 15 publicações. A produção científica sobre o tema é recente, com crescimento a partir de 2023 e concentrada em países do Hemisfério Norte. A maior parte dos autores atua na área biomédica e jurídica. Foram abordadas tecnologias invasivas, como chip NFC; não invasivas de consumo, entre elas câmeras, wearables, EEG portáteis, IA para análise emocional; e não invasivas biomédicas, com EEG, fMRI, fNIRS, EMG, tES, TMS. As finalidades aventadas foram a promoção de: produtividade, bem-estar/saúde, segurança e vigilância, sendo a produtividade o propósito mais citado. A expectativa é que os setores mais afetados pelo uso das neurotecnologias sejam a indústria, transporte terrestre, aviação e serviços. As dimensões éticas do uso de neurotecnologia em ambiente laboral foram classificadas em sete categorias: concentração de poder e exploração tecnológica;

violação da privacidade mental; opacidade; ameaça à continuidade psicológica; discriminação e exclusão; danos à saúde física e mental; ausência de regulação específica. **Discussão:** A governamentalidade neural dos indivíduos desponta como ferramenta de promoção de produtividade, ao mesmo tempo em que promete um aumento do bem-estar dos trabalhadores. No entanto, os riscos, principalmente a ameaça à continuidade psicológica, são significativos e não têm sido acompanhados de proporcional debate ético e regulação. **Conclusão:** O uso de neurotecnologias com fins laborais representa um dos mais complexos desafios éticos contemporâneos, ao deslocar o controle do corpo para a mente e ao permitir a vigilância de estados subjetivos em níveis sem precedentes. Embora apresentadas como instrumentos de otimização e bem-estar, tais tecnologias podem aumentar a exploração laboral, intensificar sofrimentos psíquicos, gerar discriminações e ameaçar a personalidade dos trabalhadores. É premente a criação de protocolos éticos robustos, marcos regulatórios específicos e medidas de proteção da privacidade mental que garantam limites claros ao uso de neurotecnologias no trabalho.

Palavras-chave: neurotecnologias; bioética; ética; trabalho; privacidade mental; neurovigilância; biopoder.

ABSTRACT

Introduction: Neurotechnologies, originally developed for medical purposes, are increasingly being incorporated into the workplace. In a context of intensified productivity and labor precarization, such devices raise unprecedented ethical dilemmas. **Objectives:** Main Objective: To analyze the ethical implications of the use of neurotechnologies in the workplace, based on the predominant approaches in contemporary scientific literature. Specific objectives: a) Analyze the main ethical implications of neurotechnologies already discussed; b) Identify the main trends regarding the geographical, temporal and disciplinary distribution of scientific literature on the ethical dimensions of the use of neurotechnology in the workplace; c) Discuss the use of neurotechnologies and their possible consequences for power relations at work; and d) Contribute with the necessary knowledge to design of ethical guidelines for the use of neurotechnologies. **Methodology:** A bibliographic review was conducted in April 2025 in the PubMed, Scopus, CAPES, LILACS, SciELO and Bioethics Research Library (KIE/GU) databases, using the terms: “neurotechnology workplace”, “neurotechnology”, “workplace” and “ethics”. Scientific articles available in Portuguese, English or Spanish were included. The articles were categorized by year, country, authors' academic background, technologies identified, professions involved, purposes attributed and main ethical implications. **Results:** The literature analyzed included 15 publications. Scientific literature on the topic is recent, with an increasing trend since 2023 and concentrated in countries in the Northern Hemisphere. Most authors work in the biomedical and legal fields. The technologies were classified as invasive, such as NFC chips; non-invasive consumer-grade technologies, including cameras, wearables, portable EEGs and AI for emotional analysis; and also, non-invasive biomedical technologies, including EEG, fMRI, fNIRS, EMG, tES and TMS. The purposes put forward were the promotion of productivity, well-being/health, security and surveillance, with productivity being the most cited purpose. The sectors expected to be most affected by the use of neurotechnologies are industry, land transport, aviation and services. The ethical dimensions of the use of neurotechnology in the workplace were classified into seven categories: concentration of power and technological exploitation; violation of mental privacy; opacity; threat to psychological continuity; discrimination and exclusion; damage to physical and mental health; and

lack of specific regulation. **Discussion:** Neural governmentality of individuals is emerging as a tool for promoting productivity, while promising to increase workers' well-being. However, the risks, especially the threat to psychological continuity, are significant and have not been followed by proportional ethical debate and regulation.

Conclusion: The use of neurotechnologies for work purposes represents one of the most complex contemporary ethical challenges, shifting control from the body to the mind and allowing the surveillance of subjective states at unprecedented levels. Although presented as instruments of optimization and well-being at work, such technologies can increase labor exploitation, intensify psychological suffering, generate discrimination and threaten workers' personal identities. There is an urgent need to create robust ethical protocols, specific regulatory frameworks and measures to protect mental privacy that ensure clear limits on the use of neurotechnologies at work.

Keywords: neurotechnologies; bioethics; labor; mental privacy; neurosurveillance; biopower.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 Levantamento bibliográfico | 12 |
| Figura 2. Produção científica anual acerca dos aspectos éticos do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho | 13 |
| Figura 3. Origem das publicações científicas sobre o uso de neurotecnologias no ambiente laboral | 14 |
| Figura 4. Áreas de atuação acadêmica dos autores | 15 |
| Figura 5. Tipos de Tecnologias em ambiente de trabalho | 16 |
| Figura 6. Frequência de menção em artigos das finalidades das neurotecnologias no ambiente laboral | 18 |
| Figura 7. Frequência da menção em artigos dos setores profissionais afetados pelas neurotecnologias | 20 |
| Figura 8. Frequência de menções em artigos dos aspectos éticos relacionados a neurotecnologias no trabalho | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Neurotecnologias identificadas no ambiente de trabalho e frequência de citação | 16 |
| Tabela 2. Aspectos das finalidades das neurotecnologias | 19 |
| Tabela 3. Relação de profissionais envolvidos com uso de neurotecnologias | 21 |
| Tabela 4. Aspectos éticos no uso de neurotecnologias no trabalho e frequência de menções | 23 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPD — Agência Nacional de Proteção de Dados

BCI — *Brain-Computer Interface*

CdE — Conselho da Europa

DBS — *Deep Brain Stimulation*

DUBDH — Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos

DUDH — Declaração Universal dos Direitos Humanos

EEG — *Electroencephalography*

EMG — *Electromyography*

fMRI — *Functional Magnetic Resonance Imaging*

fNIRS — *Functional Near-Infrared Spectroscopy*

LGPD — Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018)

OCDE — Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU — Organização das Nações Unidas

UNESCO — Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. JUSTIFICATIVA | 9 |
| 3. OBJETIVO | 10 |
| 3.1. OBJETIVO GERAL..... | 10 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 10 |
| 4. METODOLOGIA | 11 |
| 5. RESULTADOS | 12 |
| 5.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LITERATURA CIENTÍFICA ANALISADA. | 12 |
| 5.2. APLICAÇÕES NEUROTECNOLÓGICAS VOLTADAS AO USO EM AMBIENTE DE TRABALHO..... | 15 |
| 5.3. PROPÓSITOS DAS NEUROTECNOLOGIAS NO CONTEXTO LABORAL | 18 |
| 5.4. SETORES ALVO DO USO DE NEUROTECNOLOGIAS..... | 20 |
| 5.5. ASPECTOS ÉTICOS DAS NEUROTECNOLOGIAS NO TRABALHO | 22 |
| 5.5.1 Concentração de poder e exploração tecnológica | 24 |
| 5.5.2 Violação da privacidade mental..... | 24 |
| 5.5.3 Opacidade algorítmica..... | 25 |
| 5.5.4 Ameaça à continuidade psicológica | 25 |
| 5.5.5 Discriminação e exclusão | 26 |
| 5.5.6 Danos à saúde | 27 |
| 5.5.7 Ausência de regulação | 28 |
| 6. DISCUSSÃO | 29 |
| 6.1. NEUROTECNOLOGIAS NO ÂMBITO LABORAL..... | 29 |
| 6.2. IMPLICAÇÕES ÉTICAS NEUROTECNOLOGIAS NO TRABALHO | 31 |
| 6.2.1. Concentração de poder e exploração tecnológica | 32 |
| 6.2.2. Violação da privacidade mental..... | 34 |
| 6.2.3. Opacidade algorítmica..... | 35 |
| 6.2.4. Ameaça à continuidade psicológica | 36 |
| 6.2.5. Discriminação Algorítmica e Exclusão Laboral | 39 |
| 6.2.6. Saúde Mental | 40 |
| 6.2.7. Ausência de regulação | 41 |
| 6.3. GOVERNAMENTALIDADE NEURAL NO TRABALHO..... | 42 |
| 6.3.1. Novas Dinâmicas da Exploração do Trabalho na Era das Neurotecnologias..... | 43 |
| 6.3.2. Governamentalidade, Neurovigilância, Biopoder | 46 |
| 6.3.3. Gestão do Sofrimento como Mecanismo de Produtividade | 47 |
| 6.4. DIRETRIZES PARA A PROTEÇÃO DOS TRABALHADORES | 51 |
| 7. CONCLUSÃO | 55 |
| REFERÊNCIAS | 57 |
| ANEXO A — LISTA DE ARTIGOS ANALISADOS | 64 |

1. INTRODUÇÃO

As neurotecnologias constituem um conjunto de dispositivos e métodos destinados ao acesso, registro, análise, simulação ou modificação da estrutura e do funcionamento do Sistema Nervoso (Schalk et al., 2024). Neurotecnologias são tecnologias convergentes que, articuladas a campos como a engenharia, a computação, as ciências biológicas e a nanotecnologia, buscam ampliar o conhecimento sobre as atividades do cérebro e do Sistema Nervoso, além de possibilitar a interação direta entre o cérebro humano e dispositivos tecnológicos (Lebedev, Nicolelis, 2017).

Não há consenso sobre o marco inaugural das neurotecnologias, mas há quem argumente que práticas voltadas à compreensão de lesões cerebrais tão antigas quanto as realizadas no Egito Antigo, por volta de 1600 a.C., e registradas no Papiro Edwin Smith, possam ser consideradas neurotecnologias. Fato é que métodos cirúrgicos e instrumentais destinados a explorar o sistema nervoso e tratar disfunções neurológicas datam desde tempos muito remotos (Van Middendorp et al., 2010).

As neurotecnologias contemporâneas ainda estão em desenvolvimento, mas contrastam com essas tentativas mais antigas na medida em que se ancoram fortemente na compreensão científica dos mecanismos de transmissão de sinais nervosos, apresentando uma abordagem bem menos mecânica e exploratória. Um avanço decisivo para que isso tenha ocorrido se deu ainda no final do século XVIII, quando Luigi Galvani demonstrou o papel da eletricidade na atividade nervosa, lançando as bases da eletrofisiologia. No século XIX, progressos em anatomia e fisiologia — impulsionados pela microscopia e histologia — consolidam a neurologia, enquanto o método anatomopatológico de Laennec e as primeiras descrições dos mecanismos químicos de transmissão nervosa por Claude Bernard ampliam a compreensão da comunicação neural. Atribui-se a Hans Berger o papel de pai da neurotecnologia moderna. Foi ele que em 1929 fez o primeiro registro de padrões ondulatórios característicos das atividades elétricas cerebrais e cunhou o termo eletroencefalograma (*Electroencephalogram* - EEG), invenção essa que abriu caminho para técnicas de registro e modulação da atividade neural (Haas, 2003; Cometa et al., 2022).

As tentativas de captura de imagens do cérebro e suas funções progrediu rapidamente, começando pelos raios X (1895) e posteriormente expandidas pela própria EEG (1929), ultrassonografia (1956), tomografia computadorizada (1967) e ressonância magnética (1980). Esses métodos permitiram observar, medir e monitorar a estrutura e a função cerebral, inaugurando novas possibilidades diagnósticas e terapêuticas (Cometa et al., 2022).

Um sistema de classificação das neurotecnologias é baseado no grau de invasividade. De modo geral, considera-se invasiva a neurotecnologia que exige a penetração física do corpo para introduzir dispositivos externos, como ocorre em intervenções cirúrgicas que inserem eletrodos através do crânio até o tecido neural. (Collins, Klein, 2023). As neurotecnologias invasivas oferecem alta precisão de registro e modulação neural, mas implicam riscos significativos, pois dependem de intervenção cirúrgica e podem gerar danos teciduais e necrose. Entre seus principais exemplos estão microeletrodos corticais implantados, eletrodos profundos, próteses neurais internas e implantes cocleares que estimulam diretamente o nervo auditivo (Roelfsema et al., 2018; Waldert, 2016). Em contraste, as neurotecnologias não invasivas operam externamente ao corpo, sem necessidade de penetração tecidual, utilizando capacetes, pulseiras, sensores de superfície, fones e outros dispositivos capazes de captar sinais neurais por métodos como o EEG, Espectroscopia funcional no infravermelho próximo (*Functional Near-infrared Spectroscopy* - fNIRS) ou diversos mecanismos de estimulação transcraniana (Gaudry et al., 2021). Entre esses dois extremos, admite-se uma categoria semi-invasiva, formada por tecnologias instaladas dentro do crânio, mas sem penetrar o tecido neural. Os dispositivos ficam sobre as meninges ou na superfície cortical, oferecendo sinais mais robustos que os métodos externos, porém com menor risco que os implantes totalmente intracerebrais (Waldert, 2016; Collins, Klein, 2023).

As neurotecnologias englobam diferentes métodos de registro e estimulação da atividade cerebral, permitindo tanto a leitura quanto a modulação de circuitos neurais. Descrito comumente em oposições entre “*read vs. write*”, “monitoramento vs. modulação de funções neurais”, o funcionamento das neurotecnologias pode ser compreendido a partir da diferença entre duas finalidades de interação com o sistema

nervoso: sucintamente, se a aplicação pretende apenas coletar dados neurais ou se tem função de interferir, modulando funções neurais (IEEE Brain, 2024).

Entre as neurotecnologias destinadas ao registro da atividade cerebral, destacam-se diversos métodos com diferentes níveis de resolução e invasividade. O EEG é a técnica não invasiva mais antiga, registrando potenciais elétricos corticais por meio de eletrodos no couro cabeludo. Permite acompanhar a dinâmica neural em tempo real e é amplamente utilizada na clínica e na pesquisa para diagnosticar distúrbios neurológicos, monitorar a função cerebral e analisar como estímulos sensoriais ou cognitivos modulam a atividade elétrica. Já a fNIRS constitui uma técnica não invasiva que utiliza sensores portáteis posicionados sobre o couro cabeludo para medir alterações hemodinâmicas decorrentes da atividade neural (Naseer, Hong, 2015). Por sua vez, a ressonância magnética funcional (*Functional Magnetic Resonance Imaging* - fMRI), que detecta variações no fluxo sanguíneo cerebral com elevada precisão espacial, é empregada para monitorar a atividade neural, mapear funções cognitivas e apoiar o diagnóstico de diversas condições neurológicas, como acidente vascular cerebral (AVC), epilepsia e tumores cerebrais (Garnett et al., 2011).

No âmbito das tecnologias destinadas à estimulação cerebral, destacam-se as modalidades não invasivas mais amplamente utilizadas. A estimulação elétrica transcraniana (*transcranial Electrical Stimulation* - tES) aplica correntes de baixa intensidade por meio de eletrodos posicionados no couro cabeludo, modulando circuitos neurais específicos, podendo ser utilizada com diversas finalidades terapêuticas e cognitivas. Já a estimulação magnética transcraniana (*transcranial Magnetic Stimulation* - tMS) emprega campos magnéticos sobre a região craniana para gerar correntes elétricas no tecido cerebral, alterando a atividade e a comunicação entre neurônios. Ambas as técnicas têm sido exploradas em intervenções voltadas ao aprimoramento perceptivo, ao aprendizado e à memória (Miniussi, Ruzzoli, 2013).

A estimulação cerebral profunda (*Deep Brain Stimulation* – DBS) consiste na implantação cirúrgica de eletrodos (invasiva) em estruturas subcorticais para modular sua atividade. Embora amplamente empregada no tratamento de distúrbios motores, como Parkinson e epilepsia, a técnica também afeta circuitos envolvidos em funções

cognitivas, emocionais e executivas, dado o papel dos gânglios da base na regulação do humor, na tomada de decisão e no controle inibitório (Cometa et al., 2022).

Entre as aplicações mais notáveis das neurotecnologias estão as interfaces cérebro-computador (BCIs), que possibilitam a comunicação direta entre o cérebro e dispositivos externos, promovendo efeitos terapêuticos ou funcionais (Zanos, 2019). As BCIs podem ser invasivas — quando requerem a implantação de eletrodos no tecido cerebral — ou não invasivas, baseadas em sensores posicionados externamente ao crânio (Mridha et al., 2021). Tecnologias inovadoras, como as neurotecnologias que utilizam sistemas robóticos e eletrodos para a estimulação do sistema nervoso, apresentam um grande potencial para otimizar a eficácia dos processos de reabilitação em pacientes que sofreram AVC (Micera et al., 2020).

As neurotecnologias não se restringem ao domínio médico, e abrangem todo o conjunto de técnicas e dispositivos capazes de acessar, registrar, interpretar, interagir ou modular a atividade neural, premissa segundo a qual somente há neurotecnologia quando ocorre mensuração ou alteração de sinais neurais (Andorno, 2023). Inicialmente direcionadas ao diagnóstico e à reabilitação, essas ferramentas expandiram-se para áreas como educação, segurança, marketing e, mais recentemente, para o ambiente de trabalho. Essa ampliação demonstra que a neurotecnologia não apenas aprofunda o conhecimento científico sobre o funcionamento do Sistema Nervoso, mas também redefine as formas de interação humano-máquina e pode transformar profundamente os modos de aprender, decidir e produzir conhecimento nas próximas décadas (Lebedev; Nicolelis, 2017).

Essa expansão integra-se à Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela convergência entre inteligência artificial, robótica, nanotecnologia, computação quântica e neurotecnologias, que juntas unem os domínios físico, digital e biológico e transformam profundamente as formas de viver, trabalhar e se relacionar (Schwab, 2016). Contemporaneamente, a tendência no campo da neurotecnologia é a busca pelo desenvolvimento de dispositivos neurais cada vez mais portáteis, de reduzida invasividade e capazes de realizar a decodificação de sinais de forma praticamente instantânea. Nesse sentido, interfaces integradas que combinam sinais neurais com dados oculares, musculares ou fisiológicos, ganham muita proeminência por ampliar significativamente a acurácia e a funcionalidade dos sistemas. Essa integração

multimodal não apenas melhora a robustez das inferências, como também expande o potencial de aplicação das neurotecnologias em contextos clínicos, industriais e laborais (Jangwan et al., 2022).

Ao mesmo tempo em que se tornam cada vez mais precisas, as neurotecnologias carregam grandes riscos. A captação de sinais cerebrais por neurotecnologias amplia significativamente o risco de acesso a informações altamente sensíveis, pois abrange não apenas medições diretas da atividade neural, como os sinais captados por EEG, por exemplo, mas implica também em inferências obtidas a partir desses registros, que prometem interpretar emoções, intenções e outros estados subjetivos (Mühl, 2024). A possibilidade de inferências sobre estados mentais torna os neurodados especialmente sensíveis, uma vez que, diferentemente de outros dados biométricos (digitais ou íris), os sinais cerebrais carregam conteúdos subjetivos e contextuais que podem ser analisados de forma ambígua e potencialmente invasiva, ainda mais no contexto de melhoramento de funções cognitivas (Sun; Ye, 2023).

Adicionalmente à captura de neurodados e inferência sobre estados mentais, as neurotecnologias trazem promessas de modulação neural que, se consumadas, inauguram possibilidades inéditas de dominação e controle de indivíduos. Isso porque, uma vez alteradas as percepções dos sujeitos, a manipulação pode passar indistinguível, parecendo ao indivíduo como fruto da própria elaboração e não de interferência externa (Marcus, Farahany, 2023).

No contexto laboral especificamente, as neurotecnologias surgem como alternativas para o aumento da segurança, da produtividade e do bem-estar de trabalhadores. Argumenta-se que sua aplicação na gestão organizacional permitiria adequar o ambiente às capacidades e necessidades individuais. Neurotecnologias como BCIs, dispositivos de *neurofeedback* e sistemas de estimulação neural são apontadas como maneiras de ampliar a eficiência cognitiva, reduzir a fadiga e mitigar riscos ocupacionais (Mühl, Andorno, 2023; Mühl, 2024). As tecnologias não invasivas são apontadas como as melhores alternativas para essa finalidade e são divididas em duas categorias principais: as de consumo — como fones com EEG, rastreamento ocular — e as biomédicas, que incluem EEG, fMRI, sensores musculares e BCIs não invasivas (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

Embora a literatura sobre as dimensões éticas dessa nova tecnologia aborde a neurotecnologia como se fosse um corpo homogêneo de tecnologias, conforme perceptível na breve introdução aqui apresentada, os dispositivos variam bastante indo de sistemas e aparelhos bastante aceitos quanto à acurácia na obtenção de imagens do sistema nervoso, passando por dispositivos cujo alcance em modular estados mentais não é comprovado, ainda que sejam comercializados para essa finalidade, até a aplicações hipotéticas de suposta grande potência transformadora do humano, mas que ainda não contam com mecanismo de funcionamento definido. De qualquer maneira, a possibilidade de que neurotecnologias sejam adaptadas para avaliar e interferir nos processos cognitivos, na dimensão emocional e na intimidade dos trabalhadores levanta preocupações acerca de neurovigilância, exploração laboral, violação da privacidade, impactos na saúde mental e neurodiscriminação (Mühl, Andorno, 2023). Em ambientes organizacionais competitivos, a autonomia individual encontra significativas limitações, devido a mecanismos sutis de submissão e de adaptação a coerções diversas que permeiam aos quais os trabalhadores estão sujeitos — e que, frequentemente, não são plenamente identificáveis ou evitáveis por parte dos indivíduos (Pyrrho, Araújo, 2025).

As neurotecnologias prometem ser instrumentos que simultaneamente promovem produtividade e saúde mental. Contudo, têm sido frequentes os alertas quanto à possibilidade de que essas tecnologias contribuam significativamente para o incremento do sofrimento mental em trabalhadores (Mühl, 2024).

O curioso efeito em que o desejado é remediar o sofrimento, ao mesmo tempo em que a produtividade tem demanda crescente, remonta à instauração de um paradigma do desempenho em que dinâmicas de poder e de subjetivação sofrem seguidas mutações até que a indução do sofrimento passa a ser identificada como fator promotor de produtividade (Han, 2015).

Tais dinâmicas produtivas se inserem em um panorama mais amplo relativo ao atual modelo de governamentalidade que, por sua vez, se inicia com aquilo que Foucault (2014) identificou como a emergência de uma sociedade disciplinar. Nela, a vigilância é muito mais do que um instrumento de coerção, porque pretende atuar nas consciências, funcionando como um meio de otimização da utilidade e eficiência

econômica dos corpos. A consciência de ser vigiado, produz docilidade e desejo por conformidade à norma.

Contemporaneamente, essa governamentalidade aplicada à lógica produtiva incrementa a lógica de um empreendedorismo de si, com a adesão voluntária a sistemas de monitoramento de desempenho e tecnologias de rastreamento, num reforçamento crescente do controle e da normatização do comportamento. Nesse cenário, ao mesmo tempo em que o foco é a excelência no desempenho de trabalhadores, os vínculos de trabalho se tornam cada vez mais precarizados e os direitos trabalhistas e mecanismos de cuidado da saúde e ergonomia são reduzidos. Aflitos com a precariedade do trabalho e a possibilidade constante de perda de renda, trabalhadores em sofrimento se obstinam ainda mais a aumentar o próprio desempenho, aderindo a práticas de auto-monitoramento. Comumente, é por adesão voluntária, num ambiente altamente coercitivo e competitivo, que o sofrimento se torna um instrumento de incremento da produtividade (Antunes, 2023).

Com o tempo, a fadiga e estresse resultantes de atividades laborais com grandes e crescentes demandas de desempenho acabam por afetar a saúde mental dos trabalhadores. Conseqüentemente, transtornos mentais instalam-se de forma gradual e silenciosa, como resultado de danos à saúde acumulados ao longo do tempo. Diante da relutância de empresas e mesmo de profissionais de saúde em estabelecer o nexos entre sofrimento e as presentes configurações do mundo do trabalho, decorre um processo de culpabilização das vítimas e atribuição da queda de produtividade a falhas individuais. Nessa lógica, quando tem condições econômicas, o trabalhador recorre frequentemente à medicalização como tentativa de restabelecer o desempenho (Dejours, 1992). Frequentemente, no entanto, o que se instaura é um *loop* no qual aqueles que perdem capacidade laboral são afastados ou demitidos, perdendo renda, o que os tornam ainda mais vulneráveis ao adoecimento mental e com menos acesso a tratamentos de saúde, devido à baixa renda. A doença, por sua vez, os torna cada vez menos aptos para exercer atividades laborais, reforçando o ciclo de privação e adoecimento (ONU, 2024).

Embora a precariedade do trabalho e a pobreza sejam os principais fatores determinantes do adoecimento mental atualmente, segundo relatório temático da ONU (2024), as neurotecnologias despontam como as promissoras soluções para

promoção de bem-estar e saúde dos trabalhadores. Nessa lógica, instrumentos de monitoramento e neuromodulação da fadiga, por exemplo, se apresentam como uma cobiçada promessa de crescimento ilimitado da produtividade porque, sem jamais diminuir a quantidade de trabalho, prometem promover bem-estar. Tais soluções tecnológicas, cujo desenvolvimento e aplicação já contam com amplo financiamento e adesão por parte de grandes empresas, parecem paliativos problemáticos aos efeitos das atuais dinâmicas do trabalho (Pyrrho, Araújo, 2025).

Nesse sentido, a bioética é compreendida, em sentido geral, como uma ética da vida, isto é, uma ética aplicada às práticas humanas que afetam a vida humana, outros seres vivos e o ambiente, com pretensão normativa e caráter crítico sobre as consequências morais da ação humana. A bioética torna-se imprescindível para a análise das neurotecnologias aplicadas ao ambiente laboral, visto que tais aparatos permitem o monitoramento e a modulação de estados cognitivo-emocionais, culminando em novos e complexos riscos sociais e biopolíticos.

As mutantes configurações contemporâneas de biopoder, com o uso de monitoramento e modulação neural como instrumentos de gestão de produtividade reduz possibilidades de resistência dos trabalhadores enquanto aprofunda a sujeição à lógica produtivista. Consequentemente, neurotecnologias carregam uma possibilidade inédita de ingerência em dimensões íntimas a se desenvolver em um cenário de grande concentração de poder no ambiente laboral. O uso de neurotecnologias no trabalho demandam maior análise ética e premente regulação.

2. JUSTIFICATIVA

As neurotecnologias, enquanto campo emergente de convergência entre neurociência, engenharia, informática e biotecnologia, vêm se consolidando como uma das fronteiras mais promissoras e controversas da inovação científica contemporânea. Originalmente desenvolvidas para fins clínicos — como diagnóstico, reabilitação neurológica e tratamento de doenças, essas tecnologias vêm progressivamente sendo incorporadas a novos contextos, entre eles o ambiente de trabalho. Esse movimento amplia sua relevância científica e econômica, mas também introduz desafios éticos, jurídicos e sociais de grande magnitude.

O uso de dispositivos capazes de captar, processar e, em alguns casos, modular a atividade cerebral e emocional de trabalhadores representa uma transformação profunda na forma como o trabalho humano é observado e gerido. Ao permitir o acesso a estados mentais, as neurotecnologias deslocam o eixo tradicional do controle laboral — centrado no corpo e no comportamento — para o domínio da mente e da cognição. Tal mudança potencializa práticas de vigilância e monitoramento em nível sem precedentes, criando riscos de violação da autonomia, da privacidade mental e da integridade psíquica.

Embora apresentadas sob o discurso de otimização da produtividade, prevenção de riscos e promoção do bem-estar, essas aplicações suscitam preocupações quanto ao consentimento informado e às dinâmicas de controle de trabalhadores.

A escassez de regulações específicas e a ausência de marcos normativos sobre a utilização de dados neurais e mentais em ambientes laborais acentuam o caráter urgente da discussão. Diante da inexistência de salvaguardas éticas e jurídicas adequadas, trabalhadores encontram-se expostos a formas sutis de coerção e vulnerabilidade, marcadas pela assimetria de poder entre empregadores, corporações tecnológicas e indivíduos.

Nesse sentido, o presente estudo se justifica pela necessidade de investigar as implicações éticas do uso das neurotecnologias com fins laborais. Compreender essas dinâmicas é fundamental para subsidiar a elaboração de diretrizes regulatórias que protejam os trabalhadores.

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar as implicações éticas do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho, à luz das abordagens predominantes da literatura científica em bioética.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as principais implicações éticas do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho;
- Identificar as tendências predominantes da literatura científica em bioética sobre as dimensões éticas do uso de neurotecnologias em contexto laboral, considerando sua distribuição geográfica, temporal e disciplina;
- Discutir o uso das neurotecnologias e seus possíveis resultantes para as relações de poder no trabalho;
- Contribuir com o conhecimento necessário para o delineamento de diretrizes para assegurar o uso ético das neurotecnologias, visando um ambiente de trabalho saudável, seguro e ergonomicamente adequado.

4. METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico, feito no dia 25 de abril de 2025, foi estruturado para oferecer uma visão abrangente e integrada da produção acadêmica sobre implicações éticas do uso de neurotecnologia no ambiente laboral. A busca foi realizada em um conjunto de bases de dados e instrumento de metabusca nacional, regional (América Latina) e internacional.

Internacionalmente, as bases PubMed, Scopus e Bioethics Research Library da Kennedy Institute of Ethics. A última, voltada especificamente à bioética, advém da Georgetown University e abriga a maior coleção de publicações de bioética, ética da saúde, ética ambiental e ética de tecnologias emergentes do mundo. Seu mecanismo de metabusca acessa mais de 943 bases de dados, incluindo o Philpapers, a Pubmed e Web of Science (Carpenter, 2005). No contexto regional, foi consultada a base LILACS. E, no contexto nacional, a base SciELO e o metabuscador do Portal de Periódicos da CAPES.

A escolha dos descritores foi guiada por uma pesquisa exploratória inicial, sendo ao fim selecionados os termos: *“neurotechnology workplace”*, *“neurotechnology”*, *“workplace”* e *“ethics”*.

A fim de garantir um panorama amplo, não foi adotado recorte temporal na busca. Após a apresentação inicial de resultados pelas bases de dados, foram excluídos da análise: textos que não correspondiam formalmente à estrutura de artigo científico, que não se enquadraram no escopo da análise, que não estavam disponíveis em sua integridade em português, espanhol ou inglês na data de busca.

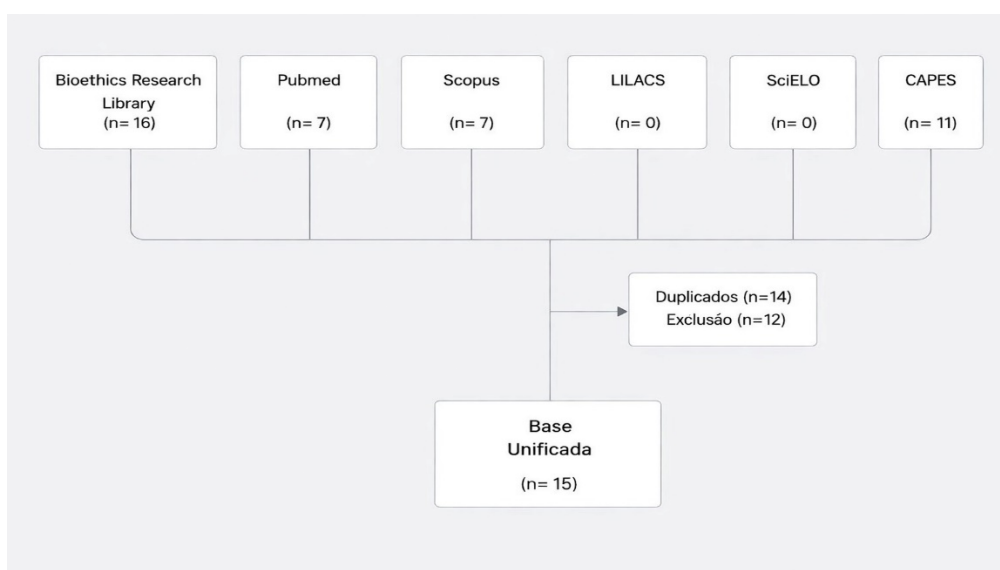
Em uma análise preliminar, os artigos selecionados foram sistematicamente categorizados segundo o ano de publicação, país da pesquisa e a área de formação acadêmica do primeiro autor. Em seguida, analisaram-se aplicações em âmbito laboral, tais como: neurotecnologias identificadas, a finalidade atribuída, setores e profissionais afetados, e especialmente as principais implicações éticas apontadas.

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LITERATURA CIENTÍFICA ANALISADA

Dos 41 resultados iniciais no total, foram selecionados e analisados 15 artigos que tratam dos aspectos éticos implicados no uso de neurotecnologias no contexto laboral. Foram inicialmente identificados (16) registros na Bioethics Research Library, (7) na PubMed, (7) na Scopus, (11) na CAPES e nenhum registro nas bases LILACS e SciELO. Após a consolidação dos resultados, verificou-se a presença de (14) registros duplicados e a exclusão de (12) estudos que não atendiam aos critérios definidos. Como resultado, obteve-se uma base unificada composta por (15) estudos que integraram a análise, como observado na Figura 1.

Figura 1 Levantamento bibliográfico



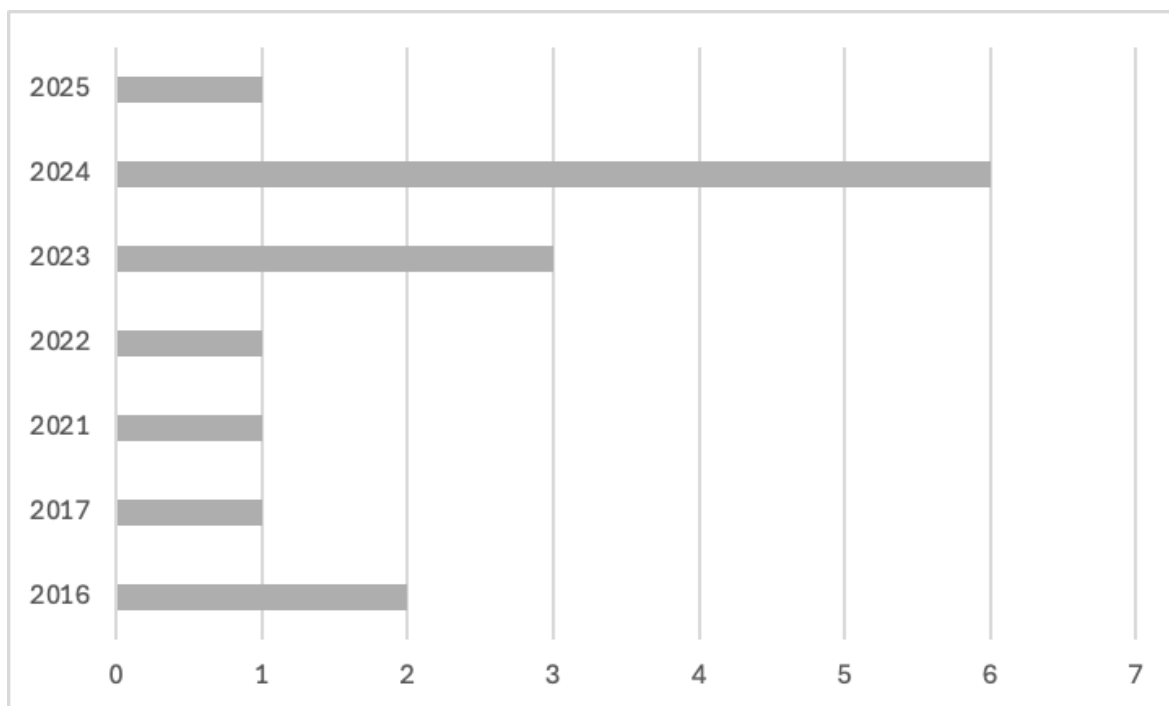
Fonte: Elaboração própria (2025).

Apesar de a produção científica sobre o tema ainda se apresentar em estágio incipiente, verifica-se uma tendência de crescimento no interesse por parte da comunidade acadêmica.

A busca bibliográfica, conduzida sem restrição temporal, identificou as primeiras publicações em 2016. O número de estudos manteve-se relativamente constante, com incremento mais significativo a partir do ano de 2023. O ano de 2025,

ainda não finalizado pode ainda contar com artigos ainda não indexados pelas bases, A figura 2 apresenta a quantidade de publicações por ano.

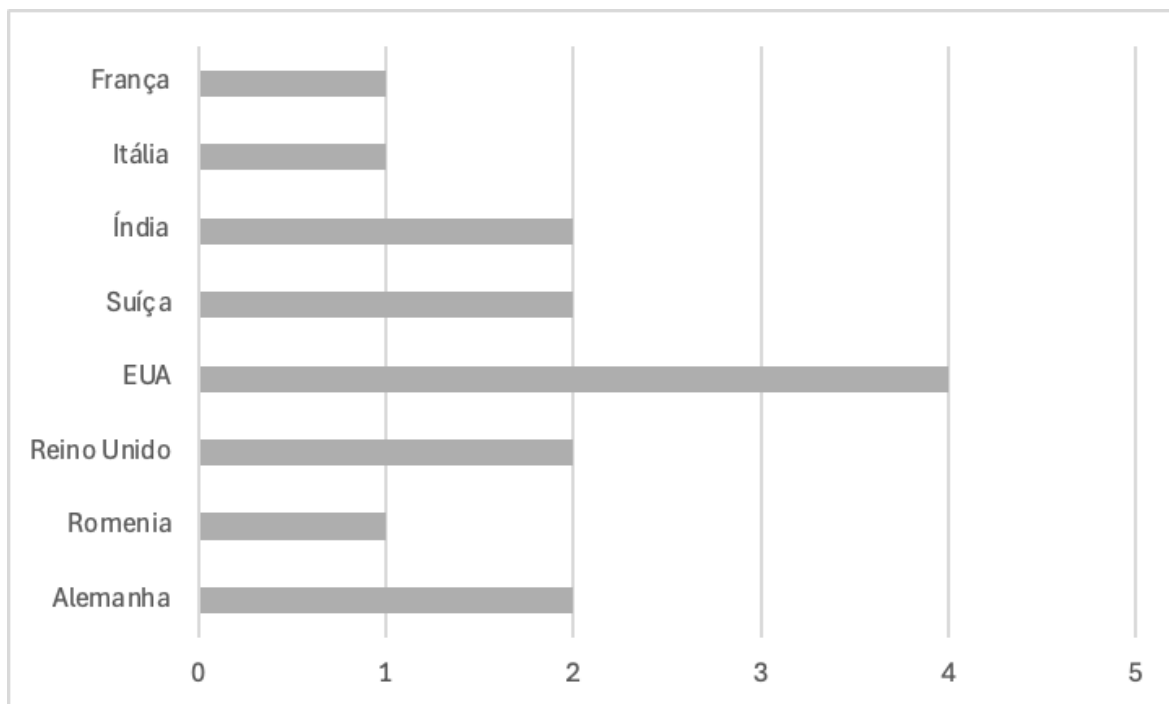
Figura 2. Produção científica anual acerca dos aspectos éticos do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho



Fonte: Elaboração própria (2025).

A análise do país de origem das pesquisas científicas revela uma significativa concentração da produção sobre ética do uso de neurotecnologias no trabalho em países do Hemisfério Norte, especialmente em nações com maior investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. A partir dos dados apresentados na figura 3, observa-se que os Estados Unidos concentram o maior número de publicações (4), seguidos por Alemanha, Reino Unido, Suíça e Índia, cada um com (2) publicações. Já Romênia, Itália e França registram (1) publicação cada.

Figura 3. Origem das publicações científicas sobre o uso de neurotecnologias no ambiente laboral

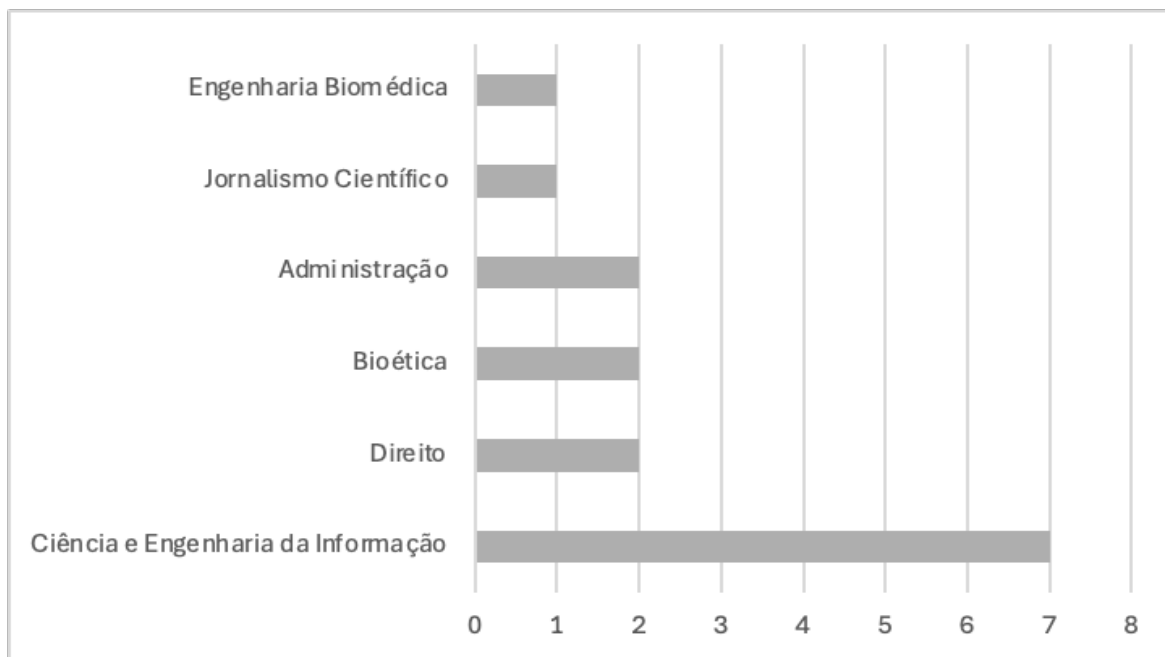


Fonte: Elaboração própria (2025).

A concentração geográfica da produção científica sobre neurotecnologias no trabalho evidencia que os países com maior desenvolvimento econômico, tecnológico e institucional lideram as pesquisas interdisciplinares que articulam neurociência, tecnologia e bioética.

A análise das áreas de atuação acadêmica dos primeiros autores, cujos resultados são resumidos na Figura 4, revela uma distribuição heterogênea, totalizando 6 áreas distintas, a saber Ciência e Engenharia da Informação, Direito, Bioética, Jornalismo Científico, Bioética e Engenharia Biomédica. Predominantemente, os autores que debateram as possíveis implicações éticas de neurotecnologias atuam na interface entre Ciência e Engenharia da Informação com neurotecnologia, tomando parte no desenvolvimento de dispositivos, algoritmos e aplicações. Em seguida, destacam-se áreas como Direito e Bioética, o que demonstra o esforço de integrar reflexões jurídicas e éticas às discussões sobre regulação e impactos sociais dessas tecnologias. Áreas como Administração, Jornalismo e Engenharia Biomédica, também contempladas, apontam a vocação prática das análises com intuito de pautar aplicações, mas também discussões, em âmbitos mais amplos.

Figura 4. Áreas de atuação acadêmica dos autores

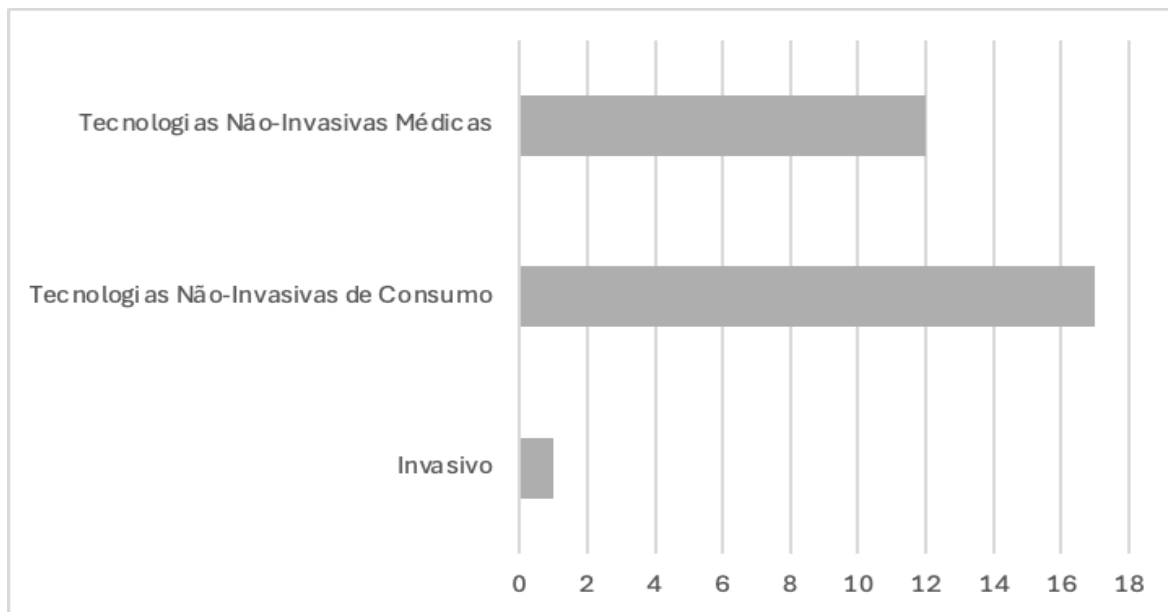


Fonte: Elaboração própria (2025).

5.2. APLICAÇÕES NEUROTECNOLÓGICAS VOLTADAS AO USO EM AMBIENTE DE TRABALHO

Os textos analisados mencionam tecnologias com potencial ou real aplicação de neurotecnologia no contexto laboral. Foram citadas cerca de 30 tecnologias distintas, classificadas de acordo com o grau de invasividade e finalidade de uso. Salienta-se que a quantidade de neurotecnologias mapeadas excede o número de publicações, considerando que um mesmo artigo pode mencionar ou analisar múltiplas tecnologias distintas. As categorias foram organizadas em três grupos principais: tecnologias invasivas, tecnologias não-invasivas de consumo e tecnologias não-invasivas de uso médico, nos termos da figura 5.

Figura 5. Tipos de Tecnologias em ambiente de trabalho



Fonte: Elaboração própria (2025).

Os tipos de tecnologias utilizadas em cada categoria são detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Neurotecnologias identificadas no ambiente de trabalho e frequência de citação

| Categoria | Quantidade | Tecnologia |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Invasivo | 1 | Chip NFC (Near Field Communication) |
| Tecnologias Não-Invasivas de Consumo | 1 | Análise biométrica |
| | 7 | Câmeras |
| | 4 | Capacetes, bonés e faixas de cabeça |
| | 3 | Fones de ouvido EEG |
| | 1 | Sistemas de inteligência artificial e machine learning |
| | 1 | Headsets |
| | 8 | Óculos inteligentes |
| | 1 | Pulseiras inteligentes |
| | 1 | Rastreamento de localização |
| | 2 | Reconhecimento facial |
| | 7 | Relógios inteligentes |
| | 4 | Sensores e scanners biométricos ou de impressão digital |
| | 1 | Sensores comportamentais |
| | 1 | Softwares |
| | 2 | Webcams |
| | 8 | Dispositivos vestíveis (wearables) |
| | Tecnologias Não-Invasivas Médicas | 3 |
| 6 | | EEG – Eletroencefalografia |
| 1 | | EMG – Atividade muscular |
| 1 | | Exoesqueletos |
| 1 | | fMRI – Ressonância magnética funcional |
| 1 | | fNIRS – Espectroscopia funcional no infravermelho |
| 1 | | Sensores de atividade muscular |
| 3 | | Sensores biométricos |
| 2 | | tES/tDCS – Estimulação elétrica transcraniana |
| 1 | | TMS – Estimulação magnética transcraniana |
| 2 | | Sensores neurais |
| 1 | Ultrassom focalizado | |

Fonte: Elaboração própria (2025).

É possível observar a frequência com que essas tecnologias foram mencionadas nos estudos analisados. Ressalta-se, contudo, que a mera citação não implica necessariamente sua aplicação prática, podendo indicar apenas propostas, testes experimentais ou tecnologias ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento.

O primeiro grupo, das tecnologias invasivas, apresentou apenas um (1) tipo identificado — o chip NFC (*Near Field Communication*), utilizado para identificação e controle de acesso por meio de comunicação por proximidade. Implantado sob a pele, é utilizado para identificação e controle de acesso por proximidade, permanecendo em estágio experimental e suscitando questões éticas e jurídicas relevantes quanto à autonomia, à privacidade e ao consentimento informado.

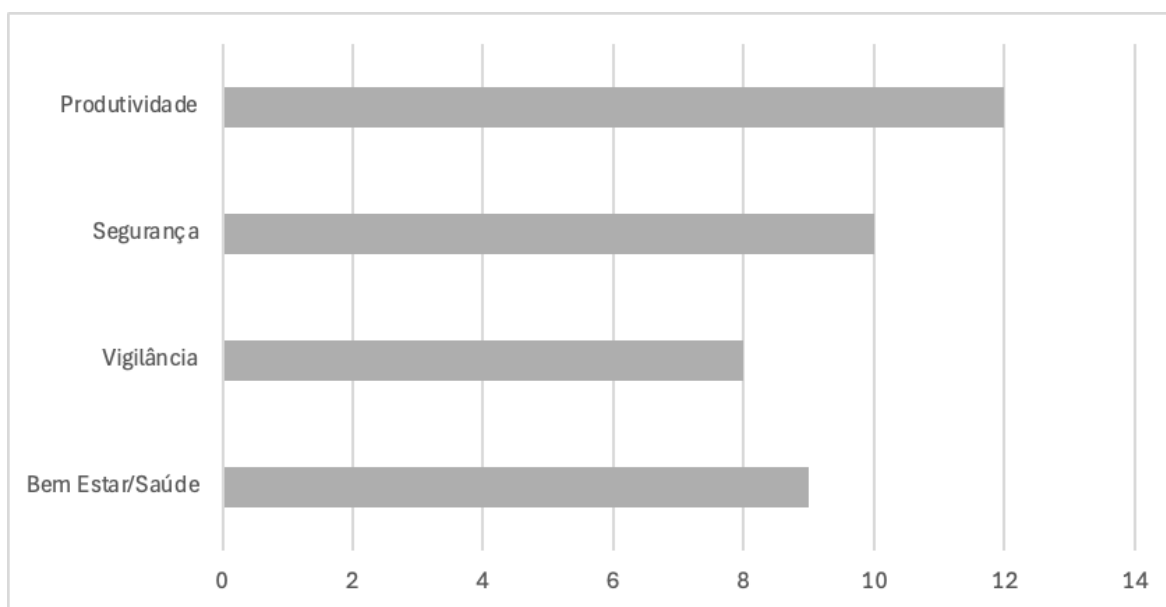
O segundo grupo, correspondente às tecnologias não invasivas, apresentou maior diversidade e amplitude de aplicação, subdividindo-se em tecnologias de consumo e tecnologias advindas da área médica. Entre as tecnologias de consumo (16 tipos), encontram-se dispositivos amplamente disponíveis no mercado, voltados ao monitoramento comportamental, fisiológico e cognitivo dos trabalhadores. Foram identificados, acompanhados da frequência de menção: análise biométrica, câmeras, capacetes, bonés e faixas de cabeça, fones de ouvido EEG, sistemas de inteligência artificial e machine learning, headsets, óculos inteligentes, pulseiras inteligentes, rastreamento de localização, reconhecimento facial, relógios inteligentes, sensores e scanners biométricos ou de impressão digital, sensores comportamentais, softwares, webcams e dispositivos vestíveis genéricos— wearables. Esses instrumentos são utilizados para mensurar atenção, fadiga, estresse e desempenho, sob a promessa de ampliar a produtividade e o bem-estar, ainda que frequentemente associados a práticas de vigilância, controle e quantificação do comportamento humano.

Entre as tecnologias não-invasivas, o subconjunto de tecnologias médicas (12 tipos) compreende ferramentas originalmente clínicas, que vêm sendo recontextualizadas para o ambiente laboral com o objetivo de analisar atividade neural, muscular e emocional. Nessa categoria incluem-se: BCIs não invasivas, EEG, Eletromiografia (*Electromyography* - EMG), exoesqueletos, fMRI, fNIRS, sensores de atividade muscular, sensores biométricos, tES, TMS, sensores neurais e ultrassom focalizado. Tais dispositivos são voltados a aplicação tanto em pesquisas experimentais e médicas quanto em contextos corporativos voltados à avaliação cognitiva, prevenção de fadiga e modulação neural.

5.3. PROPÓSITOS DAS NEUROTECNOLOGIAS NO CONTEXTO LABORAL

Quanto às finalidades pretendidas, as aplicações se distribuem em quatro eixos principais: produtividade (12), bem-estar/saúde (9), segurança (10) e vigilância (8), conforme ilustrado na Figura 6 a seguir.

Figura 6. Frequência de menção em artigos das finalidades das neurotecnologias no ambiente laboral



Fonte: Elaboração própria (2025).

Após a análise dos eixos temáticos, foram identificados e organizados, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir, os principais aspectos e finalidades atribuídos ao uso das neurotecnologias no ambiente de trabalho.

Esclarece-se que o número total de aspectos identificados excede a quantidade de eixos, na medida em que um mesmo estudo pode abarcar simultaneamente diversos aspectos.

Tabela 2. Aspectos das finalidades das neurotecnologias

| Eixo Temático | Quantidade | Aspectos relacionados |
|----------------------|-------------------|--|
| Bem Estar/Saúde | 6 | Redução de estresse e fadiga |
| | 6 | Acompanhamento do estado emocional |
| | 8 | Promoção de conforto e qualidade de vida |
| Vigilância | 3 | Avaliação de atenção e foco |
| | 5 | Monitoramento do trabalhador |
| Segurança | 5 | Prevenção de acidentes e riscos |
| | 5 | Proteção patrimonial |
| Produtividade | 6 | Eficiência na execução das tarefas e redução de erros |
| | 4 | Melhoria dos métodos de trabalho e do treinamento profissional |
| | 3 | Otimização de dispositivos e interfaces tecnológicas |
| | 8 | Aperfeiçoamento cognitivo |

Fonte: Elaboração própria (2025).

Também quanto à finalidade, frequentemente um artigo aventava mais de uma possibilidade, resultando em uma frequência agregada superior ao número de publicações analisadas.

No eixo de bem-estar e saúde, destacam-se as aplicações voltadas à redução do estresse e da fadiga (6), ao acompanhamento do estado emocional (6) e à promoção do conforto e da qualidade de vida (8). Esses usos demonstram uma tentativa de integrar dimensões psicofisiológicas à gestão organizacional, reconhecendo a relevância da saúde mental como fator de sustentabilidade do trabalho.

A categoria (8) vigilância, reúne tecnologias voltadas à avaliação de atenção, foco e vigília (3) e ao monitoramento direto do trabalhador (5). Já o eixo de segurança, com (10) ocorrências, concentra-se nos objetivos de evitar acidentes e riscos (5) e de proteção patrimonial (5), refletindo a adoção de neurotecnologias em contextos de maior risco operacional, como transporte, construção e indústrias pesadas.

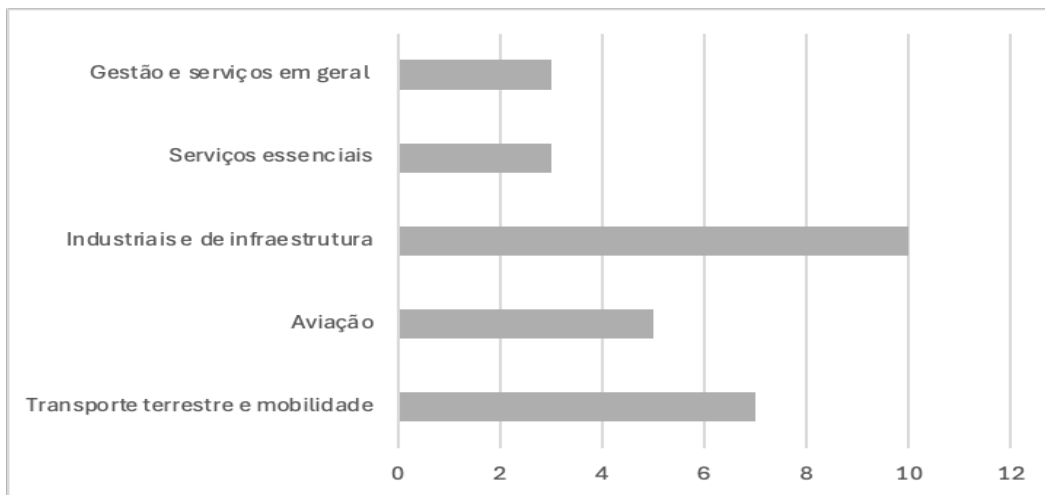
Por fim, a categoria produtividade apresenta as aplicações mais recorrentes, abrangendo iniciativas voltadas à eficiência na execução das tarefas e redução de erros (6), ao aperfeiçoamento de métodos de trabalho e treinamento profissional (4),

à otimização de dispositivos e interfaces tecnológicas (3) e ao melhoramento cognitivo (8), confirmando a centralidade dessa finalidade nas pesquisas analisadas.

5.4. SETORES ALVO DO USO DE NEUROTECNOLOGIAS

A análise dos setores profissionais em que se aventa a aplicação de neurotecnologias evidencia uma predileção pelo setor de Transporte terrestre e mobilidade; seguido pelos setores de (5) Aviação; (10) Indústria e infraestrutura; (3) Serviços essenciais; e (3) Gestão e serviços em geral.

Figura 7. Frequência da menção em artigos dos setores profissionais afetados pelas neurotecnologias



Fonte: Elaboração própria (2025).

A relação de categorias profissionais mencionadas consta da tabela 3 a seguir.

Tabela 3. Relação de profissionais envolvidos com uso de neurotecnologias

| Setor de atividade | Quantidade | Profissionais identificados |
|-----------------------------------|-------------------|---|
| Transporte terrestre e mobilidade | 1 | Operadores ferroviários |
| | 5 | Caminhoneiros |
| | 1 | Motoristas de aplicativo |
| Aviação | 1 | Pilotos de aeronaves |
| | 2 | Profissionais da aviação (operacional) |
| | 2 | Controladores de tráfego aéreo |
| Indústria e Infraestrutura | 5 | Trabalhadores da indústria e fábricas |
| | 4 | Profissionais da construção civil e mineração |
| | 1 | Operadores de máquinas pesadas |
| Serviços Essenciais | 1 | Bombeiros |
| | 1 | Enfermeiros |
| | 1 | Médicos |
| Gestão e Serviços | 1 | Prestadores de serviços |
| | 1 | Gestores financeiros e fornecedores |
| | 1 | Funcionários de escritório |

Fonte: Elaboração própria (2025).

O setor de transporte terrestre e mobilidade com (7) registros, corresponde a caminhoneiros (5), operadores ferroviários (1) e motoristas de aplicativo (1). Nesses casos, as aplicações concentram-se em monitorar atenção, vigília e tempo de reação, especialmente em atividades de longa duração ou alto risco de distração.

Na sequência, o setor de aviação apresentou (5) ocorrências, contemplando pilotos de aeronaves (1), profissionais da aviação operacional (2) e controladores de tráfego aéreo (2). As tecnologias empregadas nesse grupo visam avaliar estados mentais e desempenho sob pressão, reforçando práticas de segurança operacional e resposta situacional.

O setor industrial e de infraestrutura apresentou o maior número de ocorrências abrangendo trabalhadores da indústria e fábricas (5), profissionais da construção civil e mineração (4), operadores de máquinas pesadas (1) e funcionários de linha de frente (1). Essa predominância indica o uso das neurotecnologias voltado à prevenção de acidentes, monitoramento de fadiga e otimização de tarefas físicas repetitivas.

O setor de serviços essenciais, com (3) registros, abrange (1) bombeiros, (1) enfermeiros e (1) médicos, em que as neurotecnologias são utilizadas para gerenciar estresse, atenção e carga emocional, em contextos que demandam alta capacidade de resposta e controle cognitivo.

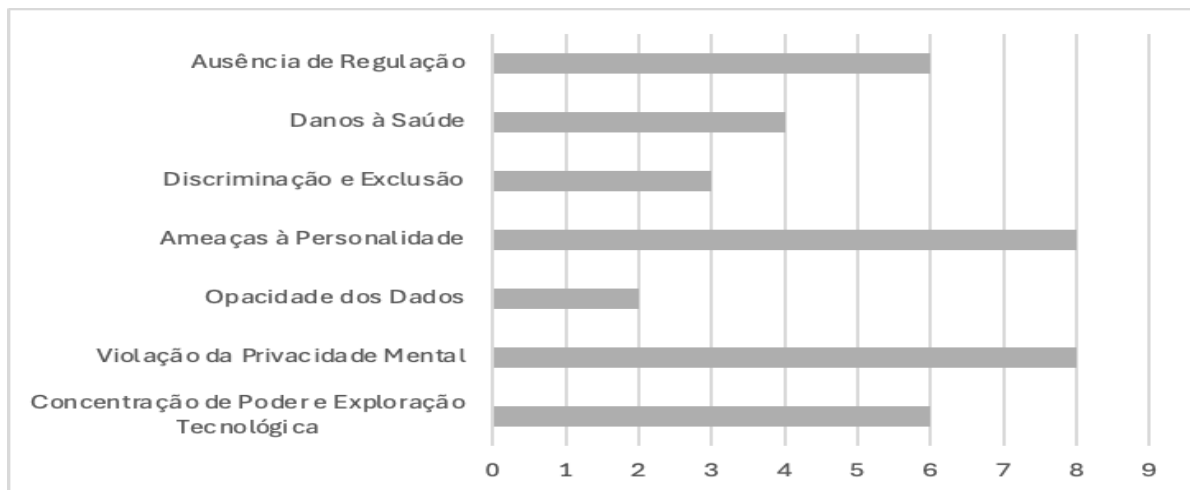
Por fim, o setor de gestão e serviços registrou (3) ocorrências, envolvendo (1) prestadores de Serviço, (1) gestores financeiros e fornecedores, além de (1) funcionários em escritório. Nesse segmento, o foco recai sobre o aperfeiçoamento de processos decisórios, o treinamento profissional e o monitoramento do bem-estar em atividades híbridas ou de escritório.

5.5. ASPECTOS ÉTICOS DAS NEUROTECNOLOGIAS NO TRABALHO

A análise dos artigos revela uma convergência em torno das preocupações éticas associadas ao uso de dispositivos neurais no ambiente de trabalho organizadas em sete categorias: concentração de poder e exploração tecnológica; violação da privacidade mental; opacidade dos dados; ameaças à personalidade; discriminação e exclusão; danos à saúde; ausência de regulação.

A preocupação ética mais frequente foi aquela relativa à ameaça à continuidade psicológica seguida da possibilidade de discriminação e exclusão. A Figura 8 detalha a frequência com que as categorias foram abordadas.

Figura 8. Frequência de menções em artigos dos aspectos éticos relacionados a neurotecnologias no trabalho



Fonte: Elaboração própria (2025).

Os aspectos éticos específicos classificados nas categorias e suas frequências são detalhados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4. Aspectos éticos no uso de neurotecnologias no trabalho e frequência de menções

| Eixo Temático | Quantidade | Aspectos Éticos Associados |
|--|-------------------|---|
| Concentração de Poder e Exploração Tecnológica | 2 | Domínio Geopolítico e Corporativo |
| | 1 | Imperialismo Moral |
| | 1 | Comoditização dos Neurodados |
| | 2 | Assimetria Informacional |
| Violação da Privacidade Mental | 3 | Acesso indevido a informações privadas além do contexto laboral |
| | 5 | Invasão da Intimidade Psíquica |
| | 3 | Vazamentos de dados |
| Opacidade dos Dados | 2 | Opacidade de dados |
| Ameaças à Continuidade Psicológica | 5 | Ausência de consentimento informado |
| | 4 | Coerção tecnológica |
| | 2 | Falta de controle sobre dados neurais e incapacidade de gerir o uso das informações cerebrais |
| | 3 | Objetificação do trabalhador como fonte de dados |
| Discriminação e Exclusão | 2 | Discriminação: contratação, promoção ou avaliação |
| | 2 | Reforço de práticas excludentes |
| | 5 | Estigmatização de neurodivergentes |
| | 3 | Produtividade linear |
| Danos à Saúde | 1 | Danos Teciduais |
| | 1 | Sobrecarga Neurocognitiva |
| | 3 | Sufrimento psíquico decorrente da vigilância contínua |
| | 1 | Impactos mentais de longo prazo |
| Ausência de Regulação | 3 | Evasão regulatória por categorização como “bem-estar” |
| | 4 | Lacunas legais diante da rápida evolução tecnológica |
| | 1 | Custódia e governança dos neurodados |

Fonte: Elaboração própria (2025).

5.5.1 Concentração de poder e exploração tecnológica

Os dados analisados evidenciam um crescente domínio geopolítico e corporativo (Farahany, 2023a; Kies et al., 2024), isso porque há uma concentração das empresas desenvolvedoras de tecnologias, as *Big Techs*, no Hemisfério Norte, nos EUA principalmente. As empresas que desenvolvem e operam dispositivos neurotecnológicos concentram a infraestrutura técnica e obtêm monetização a partir da comoditização de dados neurais coletados. A concentração de poder por parte das Big Techs também resulta em imperialismo moral, com a disseminação de uma moral do trabalho que valida a precarização e práticas exploratórias (Mühl, Andorno, 2023). No ambiente corporativo, a coleta pervasiva de dados resulta em assimetria informacional entre empregadores e trabalhadores. Informações sensíveis, extraídas da atividade neural, passam a ser tratadas como ativos econômicos de alto valor. Esse uso instrumental reforça a lógica de dupla exploração do trabalhador, que gera valor com seu trabalho, mas também como fornecedor involuntário de dados para fins comerciais (Navarro, 2024).

5.5.2 Violação da privacidade mental

O uso de neurotecnologias no ambiente laboral ameaça a privacidade e a integridade psíquica dos trabalhadores. O uso de dispositivos para captação de sinais neurais possibilita inferências que extrapolam o contexto profissional, estendendo a vigilância no tempo, no espaço, mas também atingindo emoções, valores e crenças íntimas não correlatas ao trabalho (Marcus, Farahany, 2023; Kies et al., 2024).

Essa violação aprofunda a invasão da intimidade psíquica, caracterizada pela coleta direta de dados neurais. Nesse estágio, a intrusão não se limita à observação de comportamentos, mas penetra nos domínios mais profundos da privacidade mental, capturando sinais cerebrais que o próprio indivíduo não tem plena consciência de emitir (Blankertz et al., 2016).

Por fim, a privacidade também pode ser violada em virtude de vazamento de dados. A inexistência de políticas robustas de anonimização, armazenamento seguro e controle rigoroso de acesso e responsabilização das empresas guardiãs dos dados expõe os trabalhadores à violação sistemática de sua intimidade. Dados neurais, extremamente sensíveis, podem ser indevidamente compartilhados com terceiros,

utilizados para finalidades comerciais não autorizadas ou até mesmo explorados em processos de recrutamento ou desligamento, sem o devido controle ou conhecimento do titular (Navarro, 2024).

5.5.3 Opacidade algorítmica

A utilização de neurotecnologias no ambiente laboral suscita sérios problemas de transparência sobre a coleta e o tratamento de dados neurais. Destaca-se, sobretudo, os riscos relativos à opacidade algorítmica, já que dispositivos podem modular funções neurais baseadas em sistemas algorítmicos que funcionam como verdadeiras “caixas-pretas”, dificultando a compreensão dos critérios empregados, das lógicas decisórias adotadas e resultando em ausência de rastreabilidade das inferências produzidas a partir da atividade cerebral dos trabalhadores (Mühl, 2024).

5.5.4 Ameaça à continuidade psicológica

As neurotecnologias podem representar ameaça à continuidade psicológica, na medida em que interferem em dimensões subjetivas fundamentais. Com a possibilidade de modulação neural, coloca-se em risco não apenas a liberdade de pensamento, relativo à livre concepção de ideias próprias, mas resta ameaçada a percepção subjetiva de uma ideia como própria após manipulação mental (Marcus, Farahany, 2023).

A ameaça à continuidade psicológica se dá em diferentes níveis. Em primeiro lugar, há uma diminuição da autodeterminação porque a coleta e processamento de dados neurais no ambiente laboral frequentemente ocorre sob a ausência de consentimento informado. Neurotecnologias e aplicações de processamento de dados geralmente envolvem contratos de adesão genéricos e coercitivos, que impõem um consentimento viciado e destituído de autonomia (Kies et al., 2024). A ausência de informações claras sobre finalidade, duração e proteção dos dados intensifica a vulnerabilidade e ameaça à liberdade cognitiva (Marcus, Farahany, 2023).

Sob a aparência de voluntariedade, instaura-se uma forma de coerção tecnológica, isso porque a adesão do trabalhador ao uso de neurotecnologias se dá por receio de exclusão, estagnação profissional ou perda de competitividade (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

O uso de neurotecnologias de vigilância evidencia a ausência de controle do trabalhador sobre os fluxos de informação neural, pois os critérios de coleta, processamento, interpretação, mas também de compartilhamento de terceiros envolvidos no armazenamento ou processamento dos dados permanecem totalmente nas mãos do empregador. Assim, o trabalhador não consegue compreender ou questionar os resultados produzidos, o que inviabiliza qualquer tentativa de fiscalização ou contestação das inferências algorítmicas (Ackerman, Strickland, 2022; Marcus, Farahany, 2023).

Por último, a redução da capacidade humana a métricas neurofisiológicas de produtividade, objetifica o trabalhador como fonte de dados, impõe um paradigma linear de desempenho que ignora a complexidade cognitiva e emocional do trabalho humano. (Mühl, Andorno, 2023; Navarro, 2024).

5.5.5 Discriminação e exclusão

Os resultados indicam que a implementação de neurotecnologias no ambiente de trabalho pode intensificar desigualdades já existentes. A utilização de dados cognitivos pode reforçar a discriminação algorítmica ao servir de critério para contratação, promoção ou avaliação. A redução da complexidade humana a métricas neurofisiológicas padronizadas é suscetível a vieses interpretativas, preconceitos e decisões arbitrárias (Mühl, Andorno, 2023).

Nesse mesmo sentido, a adoção de sistemas automatizados de análise cognitiva, ao reproduzir padrões históricos de discriminação, reforça práticas excludentes, sobretudo quando aplicada a grupos historicamente marginalizados, e pessoas com deficiência. Esses algoritmos, ao serem treinados em bases de dados enviesadas, tendem a perpetuar preconceitos sistêmicos, agravando desigualdades já existentes e promovendo formas sutis de exclusão mascaradas sob a aparência de neutralidade técnica e objetividade científica (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

Nesse mesmo sentido, observa-se a estigmatização de pessoas neurodivergentes como uma preocupação salientada na literatura. Métricas cognitivas — como atenção, foco ou produtividade — usadas como parâmetros de avaliação reforçam padrões normativos de desempenho, desconsideram a diversidade subjetiva e contribuem com estigmatização (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

A utilização de dados neurofisiológicos para inferir comportamentos ou prever desempenho futuro viola princípios de inclusão e diversidade, impondo barreiras adicionais ao acesso e criando uma expectativa de produtividade linear (Marcus, Farahany, 2023). Essa dinâmica viabiliza o monitoramento de supostas variações de produtividade e impõe pressão pela manutenção de padrões cognitivos estáveis, ignorando a variabilidade natural do desempenho individual. A conservação desses registros perpetua estigmas e restringe oportunidades futuras, reforçando mecanismos de exclusão, discriminação e precarização das relações de trabalho.

O armazenamento prolongado de dados cognitivos em servidores em nuvem permite a criação de perfis longitudinais de desempenho fomentando práticas contínuas de vigilância, comparação e hierarquização entre trabalhadores (Ackerman, Strickland, 2022).

5.5.6 Danos à saúde

Neurotecnologias no ambiente de trabalho trazem risco de danos teciduais associados ao uso prolongado de tecnologias de contato direto ou implantáveis (Ahmed, Muhammed, 2021).

A exigência de alto desempenho, quando imposta por monitoramento neural contínuo no ambiente de trabalho pode resultar em sobrecarga neurocognitiva. Essa pressão pode comprometer a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, resultando em fadiga mental e física (Farahany, 2023a).

Há ainda o risco de sofrimento emocional provocado pela vigilância contínua. A dissolução das fronteiras entre a vida profissional e pessoal devido ao monitoramento contínuo elimina espaços de intimidade. A consciência da constante avaliação emocional e comportamental pode gerar ansiedade, autocensura e desgaste psíquico (Mühl, Andorno, 2023; Farahany, 2023a).

Por fim, destaca-se a ausência de evidências científicas conclusivas sobre os efeitos de longo prazo da exposição às neurotecnologias. Essa lacuna reforça a necessidade de medidas preventivas e de uma regulação ética e sanitária mais robusta, visando proteger a saúde integral dos trabalhadores diante de potenciais danos ainda não plenamente compreendidos (Farahany, 2023a).

5.5.7 Ausência de regulação

Contemporaneamente, a possibilidade de uso de neurotecnologias, anteriormente destinadas a usos médicos, em ambiente laboral eleva o risco de evasão regulatória. A classificação de neurotecnologias como ferramentas de bem-estar e produtividade reduz o controle ético e legal, permitindo sua circulação sem avaliação rigorosa. Nesses casos, há risco à proteção dos dados neurais e à segurança psicofísica dos trabalhadores, uma vez que tais dispositivos atuam em zona regulatória ambígua, muito mais suscetível a abusos e usos indevidos do que tecnologias médicas submetidas a mecanismos de vigilância sanitária (Mühl, Andorno, 2023).

Outro aspecto crítico são as lacunas legais frente à rápida evolução tecnológica. A velocidade com que essas inovações são introduzidas no mercado supera a capacidade das estruturas normativas de acompanhá-las, gerando um vácuo legislativo que favorece práticas abusivas e impede o controle efetivo sobre os riscos decorrentes do uso dessas tecnologias (Kies et al., 2024; Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

Além disso, observa-se uma indefinição quanto à custódia dos dados neurais. As responsabilidades por armazenar, proteger e fiscalizar essas informações sensíveis não estão claras, problema agravado pelo fato de que grande parte de desenvolvedores de neurotecnologias e de algoritmos associados a elas são empresas internacionais. A ausência de legislação específica abre espaço para a apropriação indevida dos dados e dificulta a responsabilização por seu uso inadequado, expondo os trabalhadores a potenciais violações de seus direitos fundamentais (Kies et al., 2024).

6. DISCUSSÃO

6.1. NEUROTECNOLOGIAS NO ÂMBITO LABORAL

A análise dos 15 artigos examinados evidencia uma produção científica ainda incipiente, mas em expansão nos últimos anos, refletindo o crescente interesse acadêmico sobre o uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho. As primeiras publicações datam de 2016, com aumento expressivo a partir de 2023, o que demonstra o amadurecimento do debate ético e regulatório em torno do tema.

A maioria das pesquisas, cerca de 80%, foi conduzida em países desenvolvidos, (Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido, Suíça, Itália, França), com destaque para estudos comparativos realizados em contextos laborais industriais e corporativos. Essa constatação indica que a produção científica sobre neurotecnologias no trabalho está concentrada nos centros de maior investimento em pesquisa e inovação tecnológica. Além disso, o predomínio de estudos em contextos laborais industriais e corporativos sugere que a agenda de pesquisa está fortemente orientada por interesses produtivos e empresariais. Em contrapartida, há menor representatividade de investigações em países do sul global, o que evidencia a necessidade de ampliar a diversidade geográfica e sociocultural nas pesquisas sobre o tema, a fim de compreender seus impactos em diferentes realidades laborais. Em suma, o dado reforça a preocupação ética como o domínio geopolítico e corporativo exercido por países tecnicamente hegemônicos, o que direciona e favorece a produção de estudos e pesquisas científicas sobre o tema.

No que tange à formação acadêmica dos autores, a produção acadêmica analisada reflete uma composição predominantemente de ciências e engenharia da informação, o que evidencia a prevalência de enfoques técnicos. Um aspecto crítico desse predomínio é a ausência de profissionais dedicados a estudar dinâmicas relativas ao ambiente do trabalho, tais como psicólogos organizacionais, ergonomistas, médicos do trabalho, especialistas em saúde ocupacional e coletiva, ou sociólogos do trabalho. As reflexões bioéticas, ainda que presentes, não são em grande número. Essas lacunas apontam para a necessidade de maior engajamento de diferentes áreas acadêmicas no debate.

Quanto às neurotecnologias utilizadas, observa-se predominância de dispositivos não invasivos, como EEG portáteis, sensores neurais e softwares de análise emocional baseados em inteligência artificial, empregados para monitorar estados mentais, atenção e fadiga. Destaca-se, entretanto, um crescimento significativo das tecnologias de origem médica — como BCIs não invasivas, EEG, EMG, fMRI, fNIRS e estimulação transcraniana — que vêm sendo progressivamente adaptadas para contextos laborais, ampliando o escopo de aplicação clínica para fins de gestão de desempenho, prevenção de fadiga e aprimoramento cognitivo. Tecnologias invasivas, embora menos frequentes, despertam maior preocupação ética, sobretudo por sua capacidade de interferir diretamente nas funções neurais. Essa expansão evidencia a tendência de medicalização e tecnificação das práticas de monitoramento no trabalho, com implicações éticas e regulatórias ainda pouco exploradas.

As finalidades das aplicações neurotecnológicas variam entre a promoção do bem-estar e da saúde, segurança, vigilância e produtividade. Entre as finalidades, a produtividade (30,76%) e vigilância (20,51%) juntas representam mais da metade das ocorrências. Demonstrando que a preocupação maior no uso das neurotecnologias está atrelado ao interesse organizacional de maximização do desempenho, redução de erros e otimização de processos.

A crescente presença de tecnologias destinadas à avaliação de atenção e ao monitoramento direto do trabalhador revelam um movimento de intensificação do controle cognitivo e comportamental no ambiente laboral. Em setores marcados por forte competitividade, a incorporação de ferramentas capazes de monitorar estados mentais, aprimorar a atenção ou ajustar cargas cognitivas é interpretada como um recurso estratégico para elevar resultados, reduzir custos operacionais e potencializar métricas produtivas (Farahany, 2023a).

A segurança (25,64%) reflete a adoção de neurotecnologias sobretudo em ambientes de alto risco — como transporte, construção civil, mineração e setor aeronáutico — nos quais a possibilidade de evitar acidentes, monitorar sinais de fadiga e prevenir lapsos atencionais torna-se central para a gestão operacional. Embora a segurança seja um eixo relevante por resguardar a integridade física dos trabalhadores, observa-se que tais tecnologias não se orientam à proteção da atividade psíquica, mas sim à manutenção da continuidade produtiva. Em outras palavras, busca-se evitar danos físicos que possam interromper o trabalho, sem que

haja preocupação equivalente com a preservação da saúde mental e do bem-estar dos empregados.

Os artigos mostram que há uma concentração significativa das neurotecnologias existentes nos setores de indústrias e de infraestrutura, (35,57%); de transporte terrestre e mobilidade (25%); e de aviação (17,85%). Geralmente, os trabalhadores identificados como alvos das intervenções neurotecnológicas estão ligados ao transporte de cargas ou de pessoas, desenvolvendo funções como motoristas de aplicativos, caminhoneiros, operadores ferroviários, pilotos e demais profissionais responsáveis por operações críticas nessas cadeias produtivas. Esses segmentos somam o maior número de ocorrências porque são áreas caracterizadas por altas exigências de atenção contínua, riscos de acidentes, fadiga física e mental, além de processos produtivos que dependem fortemente de desempenho e vigilância operacional.

6.2. IMPLICAÇÕES ÉTICAS NEUROTECNOLOGIAS NO TRABALHO

Os resultados quantitativos dos eixos éticos revelam que as maiores incidências se concentram em dois grandes eixos: violação da privacidade mental e ameaças à personalidade. Esse predomínio indica que os impactos éticos mais críticos do uso de neurotecnologias no trabalho estão diretamente relacionados à intrusão em dimensões subjetivas da vida mental dos trabalhadores, ao comprometimento de sua autonomia e à possibilidade de reforço de desigualdades estruturais. A alta incidência de problemas como invasão da intimidade psíquica, acesso indevido a informações privadas e vazamentos de dados neurais mostra que a privacidade mental — tradicionalmente considerada inviolável — é ameaçada por essas tecnologias.

Da mesma forma, o eixo de ameaças à personalidade evidencia preocupações com a falta de consentimento informado, a coerção tecnológica e a ausência de controle do trabalhador sobre seus próprios dados cerebrais. A objetificação do trabalhador como mera fonte de dados e a impossibilidade de gerir ou limitar o uso de suas informações neurais revelam um cenário em que a subjetividade humana é reduzida a insumo para fins de comoditização de dados, vigilância, ajuste de performance e tomada de decisão automatizada.

Por fim, a incidência de tópicos ligados à discriminação e exclusão, especialmente a estigmatização de pessoas neurodivergentes e a imposição de lógicas de produtividade linear, sugere que as neurotecnologias podem reforçar padrões normativos de desempenho e aprofundar desigualdades já existentes no ambiente laboral. Somados aos achados sobre concentração de poder e ausência de regulação, os resultados apontam para um quadro no qual a adoção dessas tecnologias, se não acompanhada de salvaguardas éticas e jurídicas robustas, tende a ampliar vulnerabilidades, intensificar o controle sobre a subjetividade e transformar a vida mental dos trabalhadores em mais um recurso explorável pelas organizações.

Os resultados mostram que danos à saúde e concentração de poder e exploração tecnológica, embora menos citados, permanecem eticamente significativos. Os danos à saúde apontam para riscos fisiológicos e psicológicos — como sobrecarga neurocognitiva e sofrimento psíquico decorrente da vigilância contínua —, mas aparecem com menor ênfase na literatura, indicando que a investigação desses impactos ainda não é prioridade nos estudos atuais. Já a concentração de poder e exploração tecnológica são mencionadas pelos autores como preocupações correlatas à comodificação dos neurodados e ampliação de assimetrias informacionais, também tratadas de forma secundária. Mesmo não sendo temas centrais nas publicações analisadas, todos são riscos que podem se agravar com a expansão das neurotecnologias no ambiente de trabalho.

6.2.1. Concentração de poder e exploração tecnológica

O uso de tecnologias como instrumento de intensificação da exploração do trabalho é um traço estrutural do capitalismo desde o século XIX. Com a expansão da burguesia para além das fronteiras nacionais, a produção e o consumo passaram a se configurar como fenômenos globais, orientados não pelas necessidades locais, mas por uma demanda universal de acumulação de capital (Antunes, 2018).

Essa ideologia de produção, atualmente acentuada por aplicativos como Amazon e Uber, ignoram as realidades locais e tendem a promover uma homogeneização regulatória das relações de trabalho (Antunes, 2023; Faustino, Lippold, 2023).

As transformações decorrentes da automação e da digitalização reafirmam a lógica de centralização produtiva e exploração do trabalho, originando uma nova

morfologia laboral caracterizada por vínculos instáveis, individualização dos riscos e enfraquecimento da proteção social. Esse processo se articula a um imperialismo moral, em que países hegemônicos exportam padrões tecnológicos e normativos de trabalho que moldam globalmente os usos das neurotecnologias, impondo modelos ocidentais de eficiência e desempenho. A consolidação desse paradigma, intensificada pelas plataformas digitais e pela inteligência artificial, amplia a produtividade, mas aprofunda a precarização e a vulnerabilidade estrutural do trabalhador (Antunes, 2018; Srnicek, 2017).

O domínio Geopolítico e Corporativo sobre os dados neurais, seus algoritmos de interpretação e infraestruturas de armazenamento reforça o poder de vigilância e controle das corporações (Navarro, 2024). Softwares de monitoramento e aplicativos de entrega exemplificam esse movimento ao impor metas rígidas, condicionar a remuneração a metas crescentes de desempenho individual e ampliar a intensidade da jornada laboral. O resultado é um ambiente de “empreendedorismo de si”, que se traduz em alta exploração invisibilizada e instabilidade, no qual a promessa de autonomia se converte em precarização cotidiana (Antunes, 2023). A platformização do trabalho, associada à vigilância algorítmica, expressa o que Zuboff denomina “capitalismo de vigilância”, em que os dados do trabalhador são capturados e instrumentalizados como forma de controle. Assim, os ganhos de produtividade são apropriados pelas classes dominantes, os trabalhadores permanecem submetidos a relações de dependência estrutural, agora mediadas por algoritmos que atualizam, em bases tecnológicas, antigas formas de exploração (Zuboff, 2019).

A vigilância neurotecnológica no trabalho amplia a assimetria de poder, uma vez que os dados obtidos por vigilância permanecem fora do controle de quem os produz. Dessa forma, o empregador passa a deter o controle sobre informações psicofisiológicas, podendo antecipar condutas e tomar decisões baseadas em inferências unilaterais, o que reduz o trabalhador à condição de objeto. (Navarro, 2024).

A inserção das neurotecnologias no trabalho amplia as formas de exploração ao transferir o controle do corpo para a mente, integrando-se à nova morfologia laboral marcada pela digitalização, vínculos instáveis e individualização dos riscos. Dispositivos como fones com sensores EEG, BCIs e pulseiras cognitivas medem e modulam atenção, foco e emoções, convertendo a cognição em recurso produtivo e a subjetividade em dado mensurável. A subjetividade humana é simplificada em

indicadores binários promovendo uma produtividade linear, consolidando um modelo de trabalho mais eficiente, porém menos justo, menos autônomo e menos humano (Mühl, Andorno, 2023).

Esse modelo é intensificado pela comoditização global dos dados pessoais. Os dados neurais também agora passam a ser convertidos em ativos econômicos, transformando a interioridade psíquica dos trabalhadores em mercadoria cognitiva e a mente em insumo produtivo ajustado às demandas do capital (Mühl, Andorno, 2023; Navarro, 2024). Nesse contexto, o trabalhador deixa de ser sujeito de direitos para tornar-se uma unidade funcional, moldada por métricas de eficiência e interesses mercadológicos. Uma vez coletadas, as informações cerebrais — muitas vezes inconscientes ou involuntárias — passam a ser tratadas como propriedade corporativa, sujeitas a processamento algorítmico e decisões automatizadas sem transparência ou possibilidade de contestação.

6.2.2. Violação da privacidade mental

A proteção da privacidade, nesse contexto, torna-se imperativa. Trata-se de um direito que abrange não apenas a inacessibilidade a dados pessoais, mas também a preservação de aspectos íntimos e relacionais. A privacidade deve ser assegurada tanto sob a perspectiva informacional — que garante ao indivíduo o controle sobre seus dados — quanto sob o aspecto proprietário, que protege contra usos indevidos e não autorizados. A violação ocorre quando trabalhadores são monitorados em atividades de natureza pessoal, como pausas, reações emocionais ou padrões fisiológicos, dissolvendo a fronteira entre público e privado (Kies et al., 2024).

A expansão de tecnologias de rastreamento no trabalho tem permitido o acesso de informações para além do espaço profissional. Sob o discurso de bem-estar e produtividade, dispositivos vestíveis e softwares de monitoramento coletam dados neurais e emocionais que permitem inferências sobre o estado mental do trabalhador, comprometendo sua privacidade e autonomia. Assim, o corpo e agora também a mente tornam-se espaços de vigilância contínua, eliminando a separação entre vida pessoal e laboral (Mühl, Andorno, 2023; Farahany, 2023a). Um exemplo emblemático é o uso de pulseiras eletrônicas que rastreiam continuamente os movimentos do trabalhador, inclusive durante idas ao banheiro, expondo práticas invasivas e desumanizantes (Navarro, 2024).

O avanço de tecnologias como interfaces cérebro-computador (BCIs), dispositivos de realidade estendida e biometria cognitiva amplia ainda mais esses riscos da invasão à intimidade psíquica. Ao capturar padrões neurais e respostas cognitivas, tais tecnologias permitem acesso a dimensões altamente sensíveis da experiência mental dos indivíduos. Ainda mais do que a biometria física, a biometria cognitiva revela informações subjetivas que tocam diretamente a identidade e os processos internos do sujeito (Magee et al., 2024; Farahany, 2023a).

O armazenamento de dados neurais representa um risco grave, pois envolve informações íntimas sobre emoções, pensamentos e estados mentais, frequentemente coletadas sem plena consciência do indivíduo. Uma vez expostos, esses dados podem ser explorados para fins comerciais, discriminatórios ou de vigilância, comprometendo a privacidade mental e a dignidade humana. Além de afetar a imagem e a reputação do trabalhador, tais violações podem gerar sofrimento psicológico e danos à saúde mental. Um exemplo emblemático foi o caso julgado pela Suprema Corte do Chile (ROL N° 1.080–2020), envolvendo o dispositivo “*Insight*” da empresa Emotiv Inc., que coletava dados sobre atividade cerebral e respostas cognitivas. Apesar da alegação de anonimato, o tribunal reconheceu os riscos de reidentificação, pirataria informacional e uso indevido, reforçando a urgência de marcos legais que regulem o uso de neurotecnologias de forma transparente, justa e consentida (Cornejo-Plaza et al., 2024).

6.2.3. Opacidade algorítmica

A utilização de neurotecnologias no ambiente laboral intensifica os problemas de transparência, sobretudo pela opacidade algorítmica. Esses sistemas funcionam como verdadeiras “caixas-pretas”, pois dependem da interpretação de dados neurais cuja precisão e validade nem sempre são asseguradas, comprometendo a clareza das inferências geradas. Diante disso, o trabalhador não consegue compreender os critérios utilizados, as lógicas decisórias aplicadas ou os resultados produzidos a partir de sua própria atividade cerebral, ampliando assimetrias de informação e controle no contexto laboral (Mühl, 2024).

Essa opacidade também favorece vieses e interpretações imprecisas, já que tais tecnologias tentam transformar fenômenos mentais subjetivos — como atenção e motivação — em métricas objetivas que desconsideram seu caráter contextual. Sinais antecipatórios podem ser tomados como indicadores de comportamento, embora

expressem apenas predisposições, o que demonstra a fragilidade dessas inferências (Blankertz et al., 2016).

O problema se agrava porque empresas já empregam mecanismos de vigilância digital que incluem o rastreamento de redes sociais, a aplicação de algoritmos de seleção baseados em preferências pessoais e a exigência de informações sensíveis nos processos de recrutamento que o empregado sequer tem conhecimento (Antunes, 2020). As neurotecnologias ampliam esse poder ao acessar padrões neurais altamente sensíveis, extrapolando o necessário para o trabalho e gerando inferências que o trabalhador não pode conhecer, auditar ou contestar.

6.2.4. Ameaça à continuidade psicológica

A personalidade decorre da condição humana, detentora de dignidade, identidade e integridade física e psíquica (Almeida, 2013). A partir dessa base, o ordenamento jurídico reconhece esses atributos normativamente, assegurando-lhes proteção (Fiuza, 2009). Assim, tanto a personalidade jurídica quanto os direitos humanos convergem para a mesma finalidade: garantir que a dignidade inerente à pessoa ontológica seja efetivamente resguardada por deveres concretos de respeito, proteção e promoção (Albuquerque, 2011).

Nesse contexto, a continuidade psicológica emerge como desdobramento necessário da proteção da personalidade, especialmente diante de tecnologias capazes de intervir diretamente nos processos mentais. Esse direito visa resguardar a permanência da identidade pessoal ao longo do tempo, assegurando a continuidade da autocompreensão do indivíduo e a preservação de suas memórias, valores, crenças e disposições emocionais, constituindo uma dimensão existencial da personalidade voltada à proteção da narrativa subjetiva do eu contra interferências externas profundas ou não consentidas na vida mental (Ienca, Andorno, 2017).

Diferentemente da integridade mental, orientada à proteção contra danos diretos ou lesões psíquicas, e da privacidade mental, voltada à vedação do acesso indevido a conteúdos mentais, a continuidade psicológica incide sobre a dimensão temporal da subjetividade, tendo por finalidade assegurar a coerência identitária do

sujeito ao longo do tempo, mediante a preservação da articulação entre passado, presente e futuro da pessoa. (Yuste et al., 2017).

Com o avanço das neurotecnologias, torna-se possível coletar, analisar e até manipular dados neurais, promovendo uma integração crescente entre cérebro e máquina. Embora essa interação amplie capacidades cognitivas e transforme modos de comunicação, também introduz riscos significativos à continuidade psíquica ao permitir que sistemas algorítmicos influenciem estados mentais e decisões humanas, comprometendo a autodeterminação e abrindo espaço para formas inéditas de interferência na vida interior das pessoas.

A coleta e processamento de dados neurais com fim laboral frequentemente envolve a ausência de consentimento informado, violando o princípio da autodeterminação informacional e restringindo o controle do indivíduo sobre seus próprios dados. Essa apropriação ocorre, em grande parte, por terceiros que operam os aparelhos ou algoritmos de processamentos de dados que estabelecem relações de uso por meio de contratos de adesão genéricos, que impõem um consentimento viciado, dissociado de autonomia e incapaz de garantir compreensão real sobre riscos, finalidades, duração ou formas de proteção dos dados coletados (Kies et al., 2024). A falta de transparência nesse processo intensifica a vulnerabilidade do trabalhador e ameaça diretamente sua autonomia cognitiva, à medida que oculta o alcance das inferências produzidas a partir da atividade neural (Farahany, 2023a).

Mesmo quando plataformas ou sistemas declaram restringir acessos indevidos, os dados coletados são frequentemente utilizados para finalidades comerciais, analíticas ou de vigilância, sem que haja divulgação clara ou consentimento efetivo por parte dos usuários (Farahany, 2023b). Exemplos emblemáticos de exploração digital indevida — como o caso do *Google Street View*, cujos veículos captaram intencionalmente dados de redes Wi-Fi privadas — evidenciam que a captura e monetização de informações sensíveis podem ocorrer de forma deliberada e opaca, revelando os riscos profundos da utilização de dados altamente íntimos em ambientes corporativos (Zuboff, 2019).

Sob a aparência de voluntariedade, instala-se uma forma de coerção tecnológica, na qual o trabalhador adere ao uso de neurotecnologias não por livre escolha, mas por medo de exclusão, perda de oportunidades ou estagnação profissional (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024). Como observa Farahany (2023a), há um risco

real de que as pessoas não possuam mais opções, especialmente quando empresas passam a adotar métricas cerebrais como condição para recrutamento ou permanência no emprego.

Além do cerceamento de liberdade de escolha, essas práticas podem aprofundar desigualdades, reforçar divisões socioeconômicas e até minar valores democráticos, ao criar ambientes onde apenas aqueles que aceitam monitoramento intenso — ou aprimoramento cognitivo — permanecem competitivos. Assim, a coerção não se limita ao momento da contratação, mas se estende ao próprio horizonte de possibilidades de vida e trabalho, configurando uma forma sutil e contínua de pressão adaptativa que compromete tanto a autonomia individual quanto a igualdade de condições no mercado de trabalho. (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024).

O uso de neurotecnologias de vigilância aprofunda a ausência de controle do trabalhador sobre seus dados neurais, já que a coleta, o processamento e a interpretação permanecem sob domínio exclusivo do empregador. Sem acesso aos critérios e às lógicas decisórias, o trabalhador não consegue auditar ou contestar as inferências produzidas, ficando exposto a decisões opacas e potencialmente arbitrárias (Ackerman, Strickland, 2022; Farahany, 2023a). Como destaca Farahany (2023a), atualmente, realmente não há controle sobre o uso de dados neurais, o que evidencia o risco de uso indevido em contextos corporativos.

A objetificação do trabalhador como fonte de dados ocorre quando a existência humana é reduzida a métricas neurofisiológicas de produtividade, impondo um modelo linear de desempenho que desconsidera a complexidade cognitiva e emocional do trabalho (Mühl, Andorno, 2023; Navarro, 2024). Interfaces cérebro-computador (BCIs) intensificam esse processo ao decodificar sinais neurais e convertê-los em comandos externos, ampliando o monitoramento e o controle sobre funções mentais (Inglese, Lavazza, 2021).

Nesse contexto, os dados mentais — e interpretações inferidas sobre estados subjetivos — tornam-se elementos centrais para uma nova lógica do trabalho, em que dimensões íntimas da vida psíquica, transformadas em informações tratáveis e especialmente vulneráveis à exploração e modulação algorítmica, reforçam a gestão por eficiência (Mühl, 2024).

6.2.5. Discriminação Algorítmica e Exclusão Laboral

A introdução de neurotecnologias no ambiente laboral pode produzir efeitos que contradizem os ideais de inclusão e diversidade anunciados pelos seus defensores. De fato, há um grande risco que essas ferramentas reproduzam e mesmo aprofundem práticas excludentes. Se sistemas de análise cognitiva forem treinados com dados enviesados e responderem a propósitos de seleção focados apenas na produtividade, serão incrementados preconceito, estigma e discriminação que historicamente afetam pessoas com deficiência, neurodivergentes e integrantes de minorias sociais (Mühl, Andorno, 2023).

Atualmente, são numerosas as denúncias contra sistemas de inteligência artificial que, frequentemente treinados com dados marcados por vieses raciais, de gênero e de classe, conformam as decisões organizacionais, perpetuando e mesmo incrementando desigualdades preexistentes. Esse fenômeno não apenas reflete a desigualdade na sociedade, mas a reconfigura em um ciclo de retroalimentação de injustiças. Empresas como Uber e Amazon ilustram esse fenômeno ao empregar trabalhadores economicamente vulneráveis ou marginalizados, submetidos a sistemas de gestão algorítmica e vigilância que maximizam lucros à custa de garantias trabalhistas mínimas (Faustino, Lippold, 2023).

A discriminação algorítmica pode resultar de erros estatísticos ou interpretativos de dados, do uso indevido de dados sensíveis ou de generalizações injustas. Há uma abundância de relatos neste sentido. O sistema de recrutamento da Amazon, por exemplo, passou a desvalorizar candidaturas femininas ao reproduzir por meio de seu algoritmo padrões históricos de contratação dominados por homens (Dastin, 2018). Estudos posteriores mostraram que algoritmos utilizados em anúncios de vagas ou testes de personalidade automatizados também podem excluir determinados perfis de trabalhadores com base em inferências estatísticas enviesadas (O'neil, 2020). As métricas neurofisiológicas limitadas tendem a estigmatizar trabalhadores neurodivergentes, cujas capacidades não são plenamente reconhecidas por tais parâmetros (Marcus, Farahany, 2023). Assim, o monitoramento contínuo de funções neurais favorece a identificação e o ranqueamento de indivíduos considerados menos eficientes — seja por apresentarem maior fadiga ou menor

concentração, reforçando práticas discriminatórias disfarçadas de otimização da produtividade (Mühl, Andorno, 2023).

Esse tipo de gestão por excelência agora informada por dados biométricos e dados neurais invisibiliza talentos e formas diversas de produtividade, penalizando trabalhadores que não se adaptam ou recusam o uso de dispositivos neurais, frequentemente estigmatizados ou excluídos de oportunidades profissionais (Brandt-Rauf, Ayaz, 2024). Um exemplo emblemático é o da empresa Meta, que anunciou, em 2025, a demissão de 5% de sua força de trabalho com base em métricas de desempenho inferior, embora tenha registrado aumento de 35% no lucro em relação ao ano anterior (Forbes, 2024; 2025).

Além disso, o armazenamento prolongado desses dados em servidores externos permite a construção de perfis cognitivos por longo prazo, favorecendo práticas de vigilância permanente, preconceito, hierarquização e controle psicológico contínuo em detrimento do interesse coletivo e da transparência nas relações laborais (Ackerman, Strickland, 2022). A ausência de proteção jurídica e a assimetria de poder entre empresas e trabalhadores consolidam a exclusão e intensificam a vulnerabilidade laboral.

6.2.6. Saúde Mental

Sob o discurso de promoção do bem-estar e da produtividade, por meio de mecanismos de monitoramento e vigilância supostamente neutros e confiáveis, o controle técnico do corpo e da mente atua disfarçando e combatendo sintomaticamente os efeitos da exploração laboral, sem jamais atuar na raiz do problema que reside em relações de trabalho precárias e excessivamente demandantes. Dessa maneira, em vez de bem-estar, a sobrecarga cognitiva pode gerar, além de erros, riscos à segurança, efeitos prejudiciais à saúde dos trabalhadores e intensificação do sofrimento mental (Farahany, 2023a).

O sofrimento psíquico decorrente do uso de neurotecnologias no ambiente laboral deriva-se da constante sensação de vigilância e cobrança por desempenho ideal. Quando trabalhadores sabem que sua atenção está sendo monitorada, experimentam temor em relação às avaliações automatizadas, o que gera tensão contínua e eleva os níveis de ansiedade e depressão (Farahany, 2023a). Essa

vigilância permanente cria um ambiente de trabalho insalubre, em que a pressão por resultados e conformidade com padrões cognitivos reduz a motivação, a satisfação e o bem-estar, fazendo com que os empregados se sintam constantemente avaliados e psicologicamente vigiados (Ackerman, Strickland, 2022).

A lógica de mercado impulsiona uma forma de medicalização invertida, na qual a biologia humana é instrumentalizada para fins de controle e eficiência — e não o contrário (Farahany, 2023a). Essa captura permite identificar funções cognitivas passíveis de automação e comportamentos a serem padronizados, resultando em uma substituição progressiva do trabalho humano.

Os impactos mentais a longo prazo causados por usos não terapêuticos das neurotecnologias ainda são amplamente desconhecidos. A maioria dessas tecnologias requer contato direto com o corpo e, em alguns casos, implantação, o que pode gerar danos teciduais diretos ou derivados de respostas inflamatórias. Alterações cognitivas e efeitos psicológicos cumulativos decorrentes da estimulação neural constante, bem como efeitos de despersonalização podem ser resultantes de processos de modulação neural (Mühl, Andorno, 2023). A falta de evidências quanto à segurança dos materiais e dos métodos utilizados levanta preocupações quanto a possíveis danos irreversíveis à saúde mental e ao equilíbrio neuropsicológico dos usuários (Ahmed, Muhammed, 2021).

6.2.7. Ausência de regulação

Frequentemente classificadas como produtos de consumo ou de “estilo de vida”, neurotecnologias aplicadas ao ambiente laboral se beneficiam de evasão regulatória. Isso porque, por não serem classificadas como tecnologias terapêuticas, essas tecnologias escapam de requisitos rigorosos de vigilância sanitária aplicados a dispositivos médicos, circulando no mercado sem avaliações sólidas de segurança ou eficácia (Mühl, Andorno, 2023). Essa estratégia regulatória cria uma zona cinzenta que fragiliza a proteção dos dados neurais e expõe trabalhadores a riscos psicofísicos, permitindo usos invasivos e indevidos sob a aparência de instrumentos inofensivos de monitoramento cognitivo.

Ainda, a literatura alerta que muitos desses dispositivos ainda estão em fase experimental e não possuem aprovação por agências reguladoras, o que evidencia o

grau de incerteza envolvendo sua confiabilidade e impacto na saúde mental e neural (Ahmed, Muhammed, 2024). Nesse contexto, tecnologias originalmente desenvolvidas para fins médicos acabam sendo introduzidas no cotidiano laboral sem garantias éticas ou jurídicas adequadas, alterando práticas organizacionais e criando desafios normativos significativos.

Outro aspecto crítico refere-se às lacunas legais frente à rápida evolução das neurotecnologias. A velocidade dessas inovações supera a capacidade das normas de acompanhá-las, criando um vácuo legislativo e regulatório que favorece práticas abusivas e limita o controle de riscos (Kies et al., 2024; Brandt-Rauf, Ayaz, 2024). Como observa Farahany (2023a), a lei não acompanha o compasso da ciência e hoje inexistem direitos capazes de proteger trabalhadores contra o escaneamento ou a invasão de seus processos mentais, expondo a atividade neural a usos arbitrários.

Também se verifica uma indefinição sobre a custódia dos dados neurais, pois não há clareza quanto a quem compete armazenar, proteger e supervisionar essas informações altamente sensíveis. A falta de regulamentação específica abre brechas para apropriações indevidas e dificulta a responsabilização pelo vazamento ou uso inadequado dos dados, deixando os trabalhadores vulneráveis a violações de direitos fundamentais (Kies et al., 2024).

6.3. GOVERNAMENTALIDADE NEURAL NO TRABALHO

Os aspectos anteriormente discutidos são aqueles já identificados e trabalhados pela literatura estudada. Há, contudo, alguns efeitos derivados da digitalização de funções neurais dos trabalhadores que merecem mais atenção.

Em diálogo com Zuboff (2019), que descreve um capitalismo de vigilância que comodifica a privacidade, comercializada em grandes agregados de dados, com propósitos de modulação do comportamento social; derivando a discussão sobre governamentalidade em sociedades de vigilância e disciplinares a partir de Foucault (2014), Rouvroy e Stiegler (2016) propõem o conceito de governamentalidade algorítmica.

Governamentalidade algorítmica é utilizada pelos autores para descrever novas maneiras com que informação e subjetificação se relacionam. Em novas configurações de poder, dados são usados para conformar o comportamento de

indivíduos de forma a torná-los mais dóceis, previsíveis e produtivos (Rouvroy, Stiegler, 2016). O poder, na nova governamentalidade algorítmica, vem justamente da legitimidade em ditar o que é considerado normal e desejável e conformar comportamentos de acordo com esses parâmetros, o que proporciona a exploração e incremento de antigas e coloniais hierarquias de poder (Cambraia, Pyrrho, 2025).

Nesse sentido, propõe-se a categoria de governamentalidade neural no trabalho para descrever as consequências do processo de digitalização das funções neurais dos trabalhadores em dados neurais e do uso desses dados como meio de conformação de comportamentos dóceis e produtivos. Nessa nova configuração, é de especial interesse ético e regulatório a reflexão crítica a respeito de: novas dinâmicas da exploração do trabalho na era da neurotecnologia; governamentalidade relacionada à neurovigilância e novas facetas do biopoder; e modos de (neuro)gestão do sofrimento como mecanismo de produtividade.

6.3.1. Novas Dinâmicas da Exploração do Trabalho na Era das Neurotecnologias

No século XIX, com a consolidação do capitalismo industrial, o trabalho humano foi submetido a condições degradantes que intensificaram as doenças ocupacionais e o sofrimento psíquico. O êxodo rural e a urbanização levaram multidões às fábricas, onde prevaleciam jornadas extenuantes, baixos salários, exploração infantil e ausência de proteção social. A sobrevivência tornou-se o principal desafio, e os impactos dessa precarização extrapolaram o ambiente laboral, refletindo-se em problemas sociais como a criminalidade e a disseminação de doenças (Dejours, 1992).

Diante desse quadro, o Estado passou a intervir no campo laboral por meio de mecanismos de repressão e de controle social, a princípio com mecanismos punitivos e coerção direta sobre os movimentos operários, mas progressivamente com regulação normativa das relações de trabalho. Com o avanço do século XX, entretanto, a ingerência estatal começou a ser substituída por formas empresariais de poder que combinavam disciplina e vigilância, expressas em modelos de gestão voltados à maximização da produtividade e ao controle dos corpos (Foucault, 1999).

Nesse processo, destaca-se o papel de Frederick Winslow Taylor, que, ao propor uma análise científica das atividades humanas, inaugurou uma nova racionalidade produtiva. O *taylorismo* sistematizou a fragmentação das tarefas em movimentos simples e cronometrados, com o objetivo de eliminar desperdícios e elevar a eficiência industrial (Thiollent, 1987). Todavia, ao desconsiderar as dimensões subjetiva e social do trabalho, esse modelo transformou o operário em mera extensão da máquina. Ampliado pelo fordismo e pela produção em massa, o paradigma taylorista consolidou uma visão utilitarista e alienante, subordinando o trabalhador às lógicas de eficiência e controle em detrimento da criatividade, da autonomia e do bem-estar (Seligmann-Silva, 2011).

Assim, observa-se que a racionalidade produtiva, cuja configuração atual pode ser remetida a profundas transformações sociais ocorridas no século XIX (Foucault, 1988), atualmente se traduz na primazia da eficiência avaliada continuamente. Em um processo de intensificação das instituições disciplinares e do panóptico descrito por Foucault (2014), as corporações estruturam ambientes de trabalho marcados por vigilância constante e regulação comportamental, convertendo a subjetividade em recurso produtivo e perpetuando, sob nova roupagem tecnológica, uma nova fase da exploração em escala do trabalho moderno e urbano inaugurada pela Revolução Industrial.

A reestruturação contemporânea do trabalho reflete a dinâmica do capitalismo global e digital, impulsionada pelos avanços científicos e tecnológicos. A inovação neurotecnológica amplia o monitoramento e a previsão de comportamentos, redefinindo as relações de poder laboral, operam como instrumentos de expropriação informacional, ao coletar e processar dados em larga escala para alimentar algoritmos e redes neurais (Dantas et al., 2022).

Nesse cenário, amplia-se o conceito marxiano de mais-valia, entendido como o valor excedente produzido pelo trabalho e não remunerado que é apropriado pelo capitalista (Marx, 2014). Segundo Terezinha Ferrari, na economia digital, a mais-valia toma novas formas. A exploração dos dados ocorre sem que o trabalhador tenha consciência de que sua atividade cognitiva está sendo convertida em lucro, tampouco receba qualquer compensação pela extração dessas informações. Sob o termo de fabricalização da cidade, a autora descreve as profundas transformações econômicas e sociais derivadas do processo de digitalização trazido pela internet, cenário

conhecido como Indústria 3.0. Nessa nova fase, ocorre um processo exponencial da precarização do trabalho e de expropriação do tempo livre do trabalhador que, mesmo em tempo livre ou desempregado, dentro e fora de ambientes tradicionalmente associados ao trabalho, tem seu tempo excedente de trabalho apropriado como mais-valia (Ferrari, 2012).

O poder concentrado das *Big Techs* instaura uma nova forma de colonialismo digital, na qual o controle de dados, algoritmos e infraestruturas tecnológicas converte-se em instrumento de dominação econômica e epistêmica. Essa apropriação do saber e da produção cognitiva global reproduz a lógica da mais-valia informacional, perpetuando a exploração e a dependência entre o legado colonial e o capital monopolista (Queiróz et al., 2024; Cambraia, Pyrrho, 2025).

A comoditização de dados é o motor dessa nova economia. Sinais elétricos do cérebro, padrões de atenção e indicadores de estabilidade emocional tornam-se mercadorias de alto valor. Plataformas especializadas vendem métricas de engajamento e produtividade a empregadores e investidores, convertendo a intimidade mental em ativo financeiro (Navarro, 2024).

Paralelamente, observa-se uma crescente flexibilização das garantias trabalhistas, que acentua a abstração do trabalho e fragiliza a proteção jurídica em favor do lucro empresarial. A lógica da uberização e da autogestão do trabalhador impõe ao indivíduo a condição de “empreendedor de si”, naturalizando a instabilidade e a transferência integral dos riscos e custos que antes cabiam ao empregador. Inspiradas em plataformas digitais, as chamadas empresas enxutas mantêm poucos empregados formais e milhares de “colaboradores” conectados, convertendo o discurso de autonomia em instrumento de subordinação disfarçada. Sob a retórica do empreendedorismo digital, vínculos empregatícios são fragmentados e direitos trabalhistas corroídos, enquanto se atinge o auge da extração de valor com o mínimo de responsabilidade social (Abílio, 2020; Antunes, 2023).

Além disso, algoritmos exercem controle permanente, promovendo autogerenciamento da produtividade. Essa lógica aprofunda a mercantilização da vida, ao transformar interações e dados pessoais em valor econômico, intensificando a extração de mais-valia e naturalizando a ausência de direitos trabalhistas (Antunes, 2020).

Esse cenário expressa um imperialismo moral, no qual padrões universais de “bom trabalhador” — resiliente, produtivo e permanentemente disponível — são

impostos como norma global, apagando diferenças culturais, reforçando hierarquias coloniais e incrementando a exploração do trabalho de corpos periféricos. A redefinição do valor do trabalho mediada pelas neurotecnologias ultrapassa a dimensão técnica e configura uma transformação estrutural na relação entre capital e trabalho. Nesse processo, com a emergência do uso de neurotecnologias para fins laborais, para além da mais-valia apreendida em forma de trabalho digitalizado, começa a despontar uma mais-valia neurocognitiva, na qual a subjetividade e seus processos neurais se tornam fonte direta de valorização do capital.

O produto da atividade cognitiva é apropriado por outrem, privando o trabalhador do usufruto de sua própria criação, enquanto o processo produtivo se torna fonte de alienação e desumanização. Assim, o sujeito é apartado não apenas do resultado econômico de seu trabalho, mas também de sua própria intimidade, convertendo as relações sociais, mas também as próprias atividades neurais em palco de dinâmicas competitivas exploratórias.

6.3.2. Governamentalidade, Neurovigilância, Biopoder

Biopoder, de acordo com proposto por Foucault (2014), é uma nova configuração de poder que não se esgota na esfera política, articulando um conjunto de respostas regulatórias do Estado, mas também disciplinares nas instituições. Nesse cenário, em contraste com o poder soberano que se estabelece em função da prerrogativa de confisco de bens e eventualmente da vida dos súditos, o biopoder, desde o século XVII e de forma estabelecida a partir do século XIX, age na consciência e conduta dos sujeitos, maximizando sua vitalidade, docilidade e utilidade. Entre os conceitos associados ao biopoder, a governamentalidade designa o conjunto de técnicas, estratégias e racionalidades voltadas para conduzir as condutas, por meio da adesão da consciência dos sujeitos aos interesses das instituições (Foucault, 1988; 2014).

O intento do autor, que se dedicou ao estudo do biopoder e aponta como marco inicial dessa nova configuração as mutações sofridas no século XVII em instituições como a escola, hospital, hospício, exército e prisão, era elaborar teoricamente a permanência da política (como mecanismo de gestão de populações) em tempos de franco declínio do poder do Estado já no fim do século passado. O poder, que durante o paradigma do poder soberano era centrado na gestão das populações por meio da

violência, passa a modular condutas individuais segundo a lógica da eficiência econômica. As forças do corpo são promovidas, gerando utilidade econômica, e potências políticas minadas, promovendo obediência (Foucault, 1988). Na contemporaneidade, cada vez mais o biopoder e governamentalidade atuam de forma a afastar o controle da vida da esfera do Estado para corporações que operam dispositivos e algoritmos (Rouvroy, Stiegler, 2016).

A neurovigilância intensifica essa dinâmica ao transformar dados cerebrais em métricas de produtividade, tornando a mente objeto de governo e o cérebro território de gestão (Mühl, Andorno, 2023). O ambiente laboral converte-se, assim, em laboratório de governamentalidade numa lógica neoliberal exacerbada, onde os sujeitos são induzidos a gerir-se como empreendedores de si. A racionalidade estende-se à mente, instaurando um modelo em que o controle se dá pela interiorização de normas de desempenho e pela vigilância (Antunes, 2018).

Nesse cenário, o trabalhador é responsabilizado por sua autorregulação emocional, sendo instado a manter equilíbrio, foco e produtividade por meio de práticas de autovigilância promotoras de docilidade e utilidade, respondendo aos interesses corporativos, muitas vezes ocultos (Han, 2015).

Algoritmos, redes digitais e sistemas de monitoramento não apenas observam, mas atuam na produção da subjetividade porque conformam condutas e emoções. Nesse processo, emergem identidades fragmentadas e mutáveis, disponíveis para serem moldadas por fluxos contínuos de dados e discursos de incremento de produtividade.

As neurotecnologias digitais — como sensores de EEG, interfaces cérebro-computador, softwares de *machine learning* e dispositivos de rastreamento emocional — prescrevem e vigiam a performance de modos ideais de funcionamento cognitivo. Essa racionalidade oculta as condições estruturais de opressão, sobrecarga e vigilância, sendo sustentada por uma lógica neoliberal que incita o sujeito a otimizar-se continuamente, convertendo a subjetividade em campo de intervenção técnica e em capital explorável.

6.3.3. Gestão do Sofrimento como Mecanismo de Produtividade

A relação entre sofrimento e trabalho está dada desde a etimologia que identifica o trabalho à tortura, o termo vem, afinal do latim *tripalium*, um instrumento

de tortura utilizado pelos romanos antigos. O adoecimento, longe de ser um efeito acidental, é frequentemente explorado como estratégia de intensificação produtiva. Sob a lógica da performance, o sofrimento psíquico torna-se funcional: o trabalhador, pressionado por metas e vigilância constante, produz mais quanto maior é sua tensão interna. Assim, a dor e o desgaste emocional são convertidos em força motriz, transformando a vulnerabilidade em instrumento de eficiência e a doença em meio de rentabilidade (Dejours, 1992).

Para compreender o fenômeno, é interessante retornar a anteriores paradigmas de gestão do sofrimento no trabalho. Se num primeiro momento, a exploração do trabalho se mostrava indiferente ao sofrimento que causava, com o tempo, a evolução do campo da medicina do trabalho, à saúde ocupacional e, por fim, ao da saúde do trabalhador no fim do século passado, demarcou o propósito de promover a saúde e bem-estar dos trabalhadores (Lacaz et al., 2020). Nesse processo, os estudos sobre a psicopatologia do trabalho investigavam como o sofrimento psíquico atuava provocando doenças no corpo e propunha respostas tanto de adaptação do ambiente, com medidas ergonômicas, quanto medidas sociais que buscavam na identidade coletiva estratégias de resiliência e de busca de prazer e realização no ambiente de trabalho (Dejours et al., 1994).

Na configuração neoliberal do trabalho, no entanto, a gestão do sofrimento do trabalhador encaminha-se no sentido paradigmaticamente oposto, buscando não a mitigação, mas ao contrário gerando e gerindo sofrimento como mecanismo de incremento de eficiência (Dejours, 1992).

Na lógica neoliberal digitalizada, o sofrimento mental é gerado porque o trabalhador, sob pressão por produtividade acima de suas capacidades, de início produz mais do que a média. Ainda que a longo prazo o uso de indução de sofrimento como mecanismo de promoção de angústia e aceleração da produtividade tenha efeitos de gerar danos incapacitantes aos trabalhadores, a curto prazo, aumenta os indicadores, o que incita ciclos cada vez mais curtos de expropriação de valor, adoecimento e substituição de mão-de-obra precarizada (Antunes, 2023).

A sobrecarga gera efeitos de adoecimento psíquico identificados como falha de performance individual, mascarando e eximindo as condições estruturais de opressão e vigilância. Em uma racionalidade individualizadora, o trabalhador é responsabilizado por sua própria regulação emocional o que leva à medicalização da vida e do trabalho,

que até este momento vinha sendo realizada por meio de fármacos psicotrópicos (Secco, Kovaleski, 2022).

No contexto laboral, a psicopatologização, compreendida como a redução de experiências humanas complexas — tais como emoções, conflitos cotidianos e respostas ao estresse — a transtorno mentais, manifesta-se quando os efeitos da sobrecarga por metas inatingíveis, assédio e insegurança são tratados como disfunções individuais. Em vez de questionar as condições de trabalho que produzem sofrimento, transfere-se ao trabalhador a responsabilidade pela adaptação, encaminhando-o a tratamentos isolados. Assim, o sofrimento é individualizado e os determinantes organizacionais e socioeconômicos permanecem invisíveis, legitimando uma lógica produtivista que naturaliza o adoecimento (Seligmann-Silva, 2022).

As consequências desse processo ultrapassam o plano psíquico. O adoecimento mental está intrinsecamente ligado ao corpo: quando o trabalho se dissocia das necessidades emocionais e fisiológicas, o vínculo subjetivo com a tarefa se rompe, produzindo sofrimento que se manifesta fisicamente (Antunes, 2018). Modelos organizacionais centrados exclusivamente em produtividade e redução de custos agravam essa cadeia, transformando a ansiedade e o medo em instrumentos de controle — a chamada disciplina da fome —, que obriga à permanência em condições adversas sob o temor da perda de sustento.

Nesse cenário, emergem mecanismos defensivos, cujo objetivo é mascarar, ocultar e conter a ansiedade particularmente grave relacionada à precariedade das condições de vida e trabalho. Essa postura defensiva, frequentemente difundida pelos próprios trabalhadores, em resposta à tensão e sofrimento instauram-se pactos de silêncio e estratégias de resistência simbólica, que ao mesmo tempo que funcionam como mecanismo protetivo da saúde mental dos trabalhadores, também acaba por normalizar e perpetuar a opressão e exploração (Dejours, 1992).

Articula-se a esse quadro a noção de conformidade, entendida como a tendência a ajustar comportamentos e opiniões às pressões reais ou percebidas de um grupo (Aronson, Aron, 2011). A necessidade de pertencimento leva os indivíduos a reproduzir normas e expectativas coletivas mesmo quando estas sustentam o sofrimento. No ambiente laboral, a conformidade reforça a internalização de ideologias defensivas e de discursos que culpabilizam o indivíduo — como “só permanece quem é forte” ou “se está achando ruim, vai embora” ou “tem inúmeros querendo sua vaga”

—, dificultando a crítica às práticas organizacionais que geram adoecimento e mantendo o foco sobre supostas fragilidades pessoais.

Transtornos psíquicos, mesmo que frequentemente mascarados por mecanismos defensivos, são interpretados como desvios pessoais e não como efeitos das condições de trabalho, instaurando uma lógica de “assepsia mental” que impede intervenções ambientais adequadas (Dejours, 1992). O cuidado médico que deveria promover o cuidado torna-se instrumento de controle na forma de medicalização da vida: a saúde é subordinada à eficiência e o uso de psicotrópicos, condição para suportar a sobrecarga, em condições extremas. O modelo atua para o embotamento do sofrimento e não para reduzi-lo, o que acaba por aumentar o risco de acidentes e de ciclos de adoecimento do trabalhador até níveis incapacitantes (Farahany, 2023b).

As neurotecnologias no trabalho tomam parte da mesma lógica medicalizadora da vida, em níveis inéditos, e acabam por, em vez de humanizar o trabalho, responder à primazia da produtividade sobre o interesse do trabalhador.

Nas organizações que incorporam tecnologias de neuromonitoramento, o cenário é tendencialmente pior. Isso porque trabalhadores tendem a mascarar o desconforto com receio de serem percebidos como improdutivos ou frágeis, enquanto algoritmos passam a definir promoções, demissões e treinamentos com base em parâmetros neurofisiológicos. A angústia é, assim, revestida pelo discurso da inovação e do bem-estar corporativo, quando, na realidade, expressa uma forma sutil e persistente de sofrimento psíquico institucionalizado, que converte a subjetividade em mais um vetor de controle e produtividade (Navarro, 2024).

6.4. DIRETRIZES PARA A PROTEÇÃO DOS TRABALHADORES

O progresso científico não deve ocorrer às custas da dignidade e dos direitos dos mais vulneráveis, mas dentro de um paradigma que promova a integridade e bem-estar pessoal e coletivo. Nesse sentido, enfoques multidisciplinares oportunizam abordagens éticas integradas, que buscam equilibrar inovação tecnológica e justiça social (Amado, 2024).

Em um cenário de crescente digitalização, as desigualdades tecnológicas e informacionais emergem como um dos principais desafios éticos e sociais contemporâneos. O acesso desigual a tecnologias e à informação amplia as disparidades econômicas e sociais já existentes, reproduzindo formas de exclusão e vulnerabilidade. O avanço tecnológico, ao concentrar dados e recursos em poucas corporações, aprofunda a assimetria entre aqueles que controlam a informação e aqueles que dela dependem. Grandes conglomerados — como Meta, Amazon, Google, Microsoft e Apple — consolidam um poder de predição e manipulação comportamental, instaurando um novo regime econômico fundado na captura e análise massiva de dados (Zuboff, 2019; Silva, 2020).

Essa desigualdade tecnológica é sustentada por uma visão de humanidade de performance, caracterizada pela valorização de grupos que se encaixam em padrões dominantes de comportamento e aparência (Faustino, Lippold, 2023).

De modo semelhante, a exclusão digital marginaliza indivíduos e compromete o desenvolvimento coletivo, reproduzindo desigualdades estruturais (Silveira et al., 2021). A Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos — DUBDH, artigo 11, estabelece um marco proibitivo que “nenhum indivíduo ou grupo deve ser discriminado ou estigmatizado por qualquer razão” reconhecendo-as como violações à dignidade e aos direitos fundamentais (Unesco, 2005).

O desafio ético das neurotecnologias não se restringe ao reuso comercial de neurodados, mas abrange sua instrumentalização como mecanismo de disciplinamento cognitivo em detrimento a saúde humana. Desse modo, a tutela da mente humana deve prevalecer sobre interesses econômicos e produtivos, com o reconhecimento da inviolabilidade psíquica como dimensão essencial da pessoa humana. Esse entendimento fundamenta-se no princípio da dignidade humana e dos direitos humanos, consagrado no artigo 3º da *Declaração Universal sobre Bioética e*

Direitos Humanos, que estabelece que “os interesses e o bem-estar do indivíduo devem ter prioridade sobre o interesse exclusivo da ciência ou da sociedade” (Unesco, 2005).

Assim como a integridade física, a integridade mental deve ser protegida por normas internacionais, a exemplo do artigo 3º da Declaração Universal dos Direitos Humanos — DUDH (ONU, 1948), que estabelece que “*todo ser humano tem direito à vida, à liberdade e à segurança pessoal*”. A integridade mental, por sua vez, deve salvaguardar as funções cognitivas e emocionais, assegurando liberdade de pensamento e autonomia diante da manipulação de dados neurais. Desse modo, impõe-se a criação de um paradigma normativo que garanta que o progresso científico não se torne instrumento de dominação psíquica.

Nesse contexto, o princípio da transparência, previsto no art. 6º, inciso VI, da *Lei Geral de Proteção de Dados* (Brasil, 2018), reforça a obrigação de assegurar que os titulares tenham pleno conhecimento acerca das práticas de coleta, processamento e eventual modulação comportamental de seus dados, em conformidade com o direito à informação clara, precisa e acessível (Bioni, 2019). Ainda, são necessárias medidas assecuratórias como a precaução técnica, a auditoria independente de algoritmos, a minimização de coleta de neurodados e a proibição de usos não terapêuticos sem validação ética. A proteção deve estar inscrita desde a fase de concepção do produto deve garantir a inviolabilidade mental não dependa apenas da boa-fé empresarial, mas de obrigações jurídicas estruturais. (Machado, Doneda, 2018).

O sistema jurídico trabalhista brasileiro ainda carece de atualização normativa para lidar com as novas formas de gestão laboral mediadas por algoritmos e tecnologias neurais. Embora a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais — LGPD (Lei nº 13.709/2018) estabeleça princípios de segurança, transparência e responsabilidade no tratamento de dados, sua aplicação mostra-se limitada frente aos riscos psíquicos e às implicações éticas do uso de neurotecnologias no ambiente de trabalho. (Brasil, 2018)

Ainda, a LGPD não menciona explicitamente os *dados neurais*, sua definição abrangente de dados sensíveis — que inclui informações sobre saúde e dados biométricos — permite enquadrar os registros neurais e cognitivos sob sua proteção. A Agência Nacional de Proteção de Dados (ANPD) reconhece que os sinais obtidos por interfaces cérebro-computador são dados pessoais altamente sensíveis, pois revelam aspectos íntimos da cognição e das emoções. Na ausência de norma

específica, determina-se que a LGPD deve ser interpretada conforme os princípios da liberdade, privacidade e dignidade humana, estabelecendo limites éticos para o uso de neurodados em contextos laborais, comerciais e de vigilância (ANPD, 2025).

A consolidação de uma democracia compatível com a era neurotecnológica requer proteger a mente como espaço inviolável e promover letramento científico, capacitando os cidadãos a compreender e resistir à manipulação cognitiva e à vigilância mental. Exige-se, ainda, transparência algorítmica por parte das empresas e o rompimento de monopólios corporativos, garantindo aos trabalhadores o controle e o acesso aos próprios dados neurais (Yang, Yang, 2025).

Em âmbito internacional observa-se uma pluralidade de iniciativas normativas voltadas à proteção da privacidade mental e dos chamados *neurorights*. O Chile foi o primeiro país a incorporar explicitamente tais direitos à sua Constituição (Reforma de 2021), garantindo proteção à integridade psíquica e à atividade cerebral frente ao uso de neurotecnologias (Ruiz et al., 2024).

Paredes e Quiroz (2022) argumentam, no entanto que, muito embora a regulação seja indispensável à proteção de direitos e garantias fundamentais, a criação categórica de um neurodireito, como no caso da Constituição chilena, revela-se insuficiente para abarcar, de modo abrangente, a complexidade e a diversidade das aplicações das neurotecnologias. No caso em pauta, os autores ainda avaliam que o alcance da norma foi majoritariamente restrito às aplicações clínicas, o que pode ensejar lacunas de tutela em relação a usos não médicos, especialmente nos âmbitos laboral e comercial. Nesse contexto, Ienca e Andorno (2017) advertem que a criação de novos direitos somente se justifica quando estes oferecem instrumentos jurídicos mais precisos e eficazes do que os já existentes, sob pena de se incorrer em uma “inflação” de direitos humanos.

A União Europeia, por meio do Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR), já protege informações biométricas e de saúde como categorias sensíveis, mas pesquisadores defendem que essa proteção se estenda aos dados cognitivos, capazes de revelar estados mentais e processos neurais (Navarro, 2024). Paralelamente, organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura — UNESCO, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico — OCDE e o Conselho da Europa (CdE) avançam em diretrizes éticas sobre neurotecnologias, propondo salvaguardas baseadas em autonomia cognitiva, consentimento informado e integridade mental

(Unesco, 2024; OECD, 2023; CoE, 2024). Apesar desses esforços, o consenso acadêmico é que o arcabouço jurídico global ainda é fragmentado e insuficiente para enfrentar os riscos à dignidade impostos pela coleta, manipulação e comercialização de dados neurais e cognitivos (Lopes, 2022).

Por fim, a bioética latino-americana majoritariamente aponta para a priorização de sujeitos e grupos vulnerados, constituindo-se, assim, como um referencial ético-jurídico indispensável para orientar salvaguardas estruturais que assegurem que o progresso tecnocientífico não se converta em mecanismo de exclusão (Schramm, 2008), e tampouco de dominação psíquica ou aprofundamento das desigualdades sociais.

Diante desse cenário, impõe-se uma reflexão ética que reafirme a integridade psíquica e a dignidade humana como limites ao avanço tecnológico e à exploração do trabalho. A proteção da saúde mental deve orientar políticas públicas que conciliem inovação e justiça social.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia que o uso de neurotecnologias no ambiente laboral constitui um fenômeno emergente e complexo, que reconfigura profundamente as relações entre corpo, mente e trabalho. O panorama apresentado revela uma convergência entre o discurso de inovação e as dinâmicas tradicionais de controle e produtividade, nas quais dispositivos de monitoramento neural — ainda que prometam bem-estar e segurança — acabam por reforçar formas de vigilância contínua e de gestão por eficiência. O trabalhador passa a ser observado não apenas pelo que externa em sua dimensão física, mas também em seus estados mentais e emocionais. Observa-se com a neurotecnologia no trabalho, a reconfiguração de mecanismos disciplinares do biopoder.

A análise da literatura científica demonstra que o debate internacional de temas éticos tem se concentrado majoritariamente nas questões de privacidade, consentimento e proteção de dados neurais, a reflexão sobre o sofrimento e sua instrumentalização como mecanismo de produtividade. De modo geral, nenhum dos estudos revisados enfrentou de modo sistemático a gestão do sofrimento como ferramenta de otimização do desempenho, o que revela um vazio ético importante: a naturalização da fadiga, da ansiedade, responsabilização e do empreendedorismo de si como componentes necessários do trabalho performático. Referida lacuna indica a urgência de uma abordagem que incorpore a dimensão psicossocial e subjetiva do trabalho às discussões sobre ética e regulação da neurotecnologia.

Assim, o sofrimento psíquico constitui uma dimensão estrutural do trabalho moderno, emergindo da tensão entre a subjetividade do trabalhador e as exigências de produtividade impostas pelas organizações. Quando o espaço para a expressão subjetiva é suprimido, o sofrimento deixa de desempenhar função criativa e transforma-se em patologia, manifestando-se em formas de exaustão, angústia e despersonalização.

Nas dinâmicas que envolvem uso de dispositivos neurotecnológicos no trabalho, essa lógica é intensificada: o sistema transfere ao trabalhador a culpa pelo próprio adoecimento, interpretando externalização do sofrimento como falha individual. Em seguida, lucra com uma medicalização, que pretende mascarar os sintomas sem tratar as causas estruturais do mal-estar. O controle dos estados mentais substitui o diálogo e a escuta, convertendo a dor psíquica em indicador de

desempenho e neutralizando mecanismos de resistência individuais e coletivos. Assim, o sofrimento — que antes poderia expressar o limite humano frente às exigências do trabalho — é silenciado por métricas cognitivas e algoritmos que o reconfiguram em energia produtiva.

Verificou-se que as promessas de bem-estar e eficiência associadas às neurotecnologias frequentemente ocultam riscos de vigilância pervasiva, apropriação indevida de dados mentais e intensificação da pressão produtiva. Esse movimento atualiza, em dispositivos neurotecnológicos, a disciplina dos corpos, a maximização da vitalidade e a promoção da docilidade, descritos por Foucault (1988).

Em termos metodológicos, compreende-se que as limitações aqui identificadas refletem o caráter ainda emergente da produção científica sobre neurotecnologias laborais. O número reduzido de artigos encontrados pela busca demonstra o caráter ainda incipiente da produção científica e a demanda por maior discussão internacional e interdisciplinar sobre neurotecnologias laborais, reforçando a relevância do estudo como contribuição exploratória e propositiva para a regulamentação do uso de neurotecnologias no trabalho.

Em termos normativos, a investigação revela que a ausência de regulação específica sobre o uso de dados neurais e mentais no trabalho constitui um dos maiores desafios contemporâneos. Diante desse quadro, impõe-se refletir se já é o momento adequado para a intervenção legislativa ou se, ao contrário, ainda é necessário amadurecer o debate social e interdisciplinar. Mais do que definir uma lei imediata, trata-se de discutir qual deve ser o nível de regulação nos ordenamentos nacionais e internacionais e quais princípios devem orientar essa normatização.

Nesse sentido, ainda que normativos ofereçam fundamentos ético-jurídicos sólidos para a proteção da integridade física e moral e da dignidade da pessoa humana, sua aplicação ao campo das neurotecnologias exige interpretação evolutiva e integração com guias internacionais.

Diante do exposto, o desafio ético das neurotecnologias no ambiente de trabalho não se resume à proteção da privacidade mental, mas à construção de um modelo de governança que reconheça o sofrimento, a autonomia e a integridade psíquica como dimensões centrais do trabalho humano. A consolidação de diretrizes éticas e normativas sólidas, fundadas na dignidade e na justiça social, é condição indispensável para assegurar que o avanço científico não se converta em instrumento de dominação cognitiva e de erosão da liberdade mental dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

- Abílio LC. Uberização: a era do trabalhador just-in-time? *Revista Estudos Avançados* 2020; 34(98): 111–126.
- Ackerman E, Strickland E. Are you ready for brain training? Leveraging brain data will make workers more productive. *IEEE Spectrum* 2022; 59(12): 46-52.
- Agência Nacional De Proteção De Dados (ANPD). Radar tecnológico: neurotecnologia - relatório. Brasília, DF: ANPD, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anpd/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos-tecnicos-orientativos/radar-tecnologico-4-neurotecnologias.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.
- Ahmed AA, Muhammed RA. Accessibility, use and effectiveness of neurotechnology devices for productivity in workplace. *International Journal of Scientific and Research Publications* 2021; 11(10): 15-22.
- Albuquerque A. Bioética e direitos humanos. São Paulo: Loyola; 2011.
- Almeida R. Evolução histórica do conceito de pessoa – enquanto categoria ontológica. *Revista Interdisciplinar do Direito – Faculdade de Direito de Valença* 2013; 10(1): 221-236.
- Amado TC. Bioética e inovações tecnológicas na saúde: desafios éticos e legais na era da inteligência artificial, bioimpressão e telemedicina. *Revista Contemporânea* 2024; 4(10): **e6358**.
- Andorno R. Neurotecnologías y derechos humanos en América Latina y el Caribe: desafíos y propuestas de política pública. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387079>. Acesso em: 30 janeiro 2025.
- Antunes R. O privilégio da servidão: o novo proletariado de serviços na era digital. São Paulo: Boitempo, 2018.
- Antunes R. Precarização do trabalho: da crise do sindicalismo à regulação do trabalho em plataformas digitais – Trabalho digital, “Indústria 4.0” e uberização do trabalho. In: Carelli R L, Cavalcanti TM, Fonseca VP (orgs.). *Futuro do trabalho: os efeitos da revolução digital na sociedade*. Brasília: ESMPU, 2020. p. 347-356.
- Antunes R. Uberização do trabalho e capitalismo de plataforma: uma nova era de desantropomorfização do trabalho? *Análise Social* 2023; 58(248): 512–532.
- Aronson E, Aron N. O animal social. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. (Original: Aronson E, Aron N. *The Social Animal*. 1st ed. New York, W.H. Freeman and Co, 1972).
- Bioni BR. Proteção de dados pessoais: a função e os limites do consentimento. Rio de Janeiro: Forense, 2019.
- Blankertz B, Acqualagna L, Dähne S, Haufe S, Schultze-Kraft M, Sturm I, Ušćumlic M, Wenzel MA, Curio G and Müller K-R. The Berlin Brain-Computer Interface: progress beyond communication and control. *Frontiers in Neuroscience* 2016; 10: **530**.

Brandt-Rauf PW, Ayaz H. Occupational health and neuroergonomics: the future of wearable neurotechnologies at the workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2024; 66(6): 456-460.

Brasil. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

Brasil. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

Cambráia L, Pyrrho M. Generative artificial intelligence and the risk of technodigital colonialism. *Frontiers in Political Science* 2025; 7:**1628139**.

Carpenter C. ETHX on the web. *Reference Reviews* 2005; 19(1): 14-15.

Collins B, Klein E. Invasive Neurotechnology: a study of the concept of Invasiveness in Neuroethics. *Neuroethics* 2023; 16: **11**.

Cometa A, Falasconi A, Biasizzo M, Carpaneto J, Horn A, Mazzoni A, Micera S. Clinical neuroscience and neurotechnology: an amazing symbiosis. *iScience* 2022; 25(10): **105124**.

Cornejo-Plaza MI, Cippitani R, Pasquino V. Chilean Supreme Court ruling on the protection of brain activity: neurorights, personal data protection, and neurodata. *Frontiers in Psychology* 2024; 15: **1330439**.

Council of Europe (CoE). Draft guidelines on data protection in the context of neurosciences. Strasbourg: Council of Europe, 2024. (Complementary guidance to Convention 108+). Disponível em: <https://rm.coe.int/t-pd-2025-1-draft-guidelines-neuroscience-after-plenary-2025-september/4880287a0c>. Acesso em: 7 outubro 2025.

Dantas M, Moura D, Raulino G, Ormay L. O valor da informação: de como o capital se apropria do trabalho social na era do espetáculo e da internet. São Paulo: Boitempo, 2022.

Dastin J. Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. *Reuters*, 10 outubro 2018. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G>. Acesso em: 7 outubro 2025.

Dejours C, Abdoucheli E, Jayet C, Betiol MIS. Psicodinâmica do trabalho: contribuições da escola dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho. São Paulo: Atlas, 1994.

Dejours C. A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho. 5. ed. ampliada. São Paulo: Cortez – Oboré, 1992. (Original: Dejours C. Travail, usure mentale : Essai de psychopathologie du travail. Paris: Le Centurion, 1980).

Diniz MH. Código Civil anotado. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2024.

Farahany NA. Neurotech at work: welcome to the World of brain monitoring for employees. *Harvard Business Review* 2023a; 101(2): 43-48.

Farahany NA. The battle for your brain: defending the right to think freely in the age of neurotechnology. New York: St. Martin's Press, 2023b.

Faustino D, Lippold W. Colonialismo digital: por uma crítica hacker-fanoniana. São Paulo: Boitempo Editorial, 2023.

Ferrari T. Fabricação da cidade e ideologia da circulação. São Paulo: Outras Expressões, 2012.

Fiuza C. Direito civil: curso completo. 13. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: Del Rey, 2009.

Forbes. Inteligência Artificial impulsiona forte crescimento da meta no 3º trimestre: lucros disparam. *Forbes*, 14 novembro 2024. Disponível em: <https://www-forbes-com.translate.goog/sites/gurufocus/2024/11/14/ai-powers-metas-strong-q3-growth-profits-soar/? x tr sl=en& x tr tl=pt& x tr hl=pt& x tr pto=tc& x tr hist=true>. Acesso em: 2 junho 2025.

Forbes. Meta vai demitir 5% dos funcionários com menor desempenho. *Forbes Brasil*, 24 janeiro 2025. Disponível em: <https://forbes.com.br/carreira/2025/01/meta-vai-demitir-5-os-funcionarios-com-menor-desempenho/>. Acesso em: 2 junho 2025.

Foucault, M. Em defesa da sociedade. São Paulo: WMF Martins Fontes, 1999. (Original: Foucault M. Il faut défendre la société. Cours au Collège de France. 1976. Paris: EHESS Gallimard Seuil, 1997).

Foucault, M. História da sexualidade I: a vontade de saber. Rio de Janeiro: Graal, 1988. (Original: Foucault M. Histoire de la sexualité I: la volonté de savoir. Paris: Gallimard, 1976).

Foucault, M. Vigiar e punir: nascimento da prisão. Rio de Janeiro: Vozes, 2014. (Versão original: Foucault M. Surveiller et punir. naissance de la prison. Paris: Gallimard, 1975).

Garnett A, Whiteley L, Piowar H, Rasmussen E, Illes J. Neuroethics and fMRI: mapping a fledgling relationship. *PLoS One* 2011; 6(4): **e18537**.

Gaudry KS, Ayaz H, Bedows A, Celnik P, Eagleman D, Grover P, Illes J, Rao RPN, Robinson JT, Thyagarajan K and The Working Group on Brain-Interfacing Devices in 2040. Projections and the potential societal impact of the future of neurotechnologies. *Frontiers in Neuroscience* 2021; 15: **658930**.

Haas LF. Hans Berger (1873–1941), Richard Caton (1842–1926), and electroencephalography. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2003; 74(1): 9.

Han BC. The burnout society. Stanford: Stanford University Press, 2015.

IEEE Brain. Neurotechnologies: the next technology frontier. 2024. Disponível em: <https://brain.ieee.org/brain-topics/neurotechnologies-the-next-technology-frontier/>. Acesso em: 19 novembro 2024.

lenca M, Andorno R. Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology. *Life Sciences, Society and Policy* 2017; 13: **5**.

Inglese S, Lavazza A. What should we do with people who cannot or do not want to be protected from neurotechnological threats? *Frontiers in Human Neuroscience* 2021; 15: **703092**.

Jangwan NS, Ashraf GM, Ram V, Singh V, Alghamdi BS, Abuzenadah AM and Singh MF. Brain augmentation and neuroscience technologies: current applications, challenges, ethics and future prospects. *Frontiers in System Neurosciences* 2022; 16: **1000495**.

Kies A, De Keyser A, Jaramillo S, Li J, Tang Y, Ud Din I. Wired for work: brain-computer interfaces' impact on frontline employees' well-being. *Journal of Service Management* 2024; 36(1): 1–26.

Lacaz FAC, Goulart PM, Souza EA, Trapé CA, Moita D, Mota-Sousa G, et al. O campo Saúde do Trabalhador nos 25 anos da Revista Ciência & Saúde Coletiva. *Ciência e Saúde Coletiva* 2020; 25(12): 4843–4852.

Lebedev MA, Nicoletti MAL. Brain-machine interfaces: from basic science to neuroprostheses and neurorehabilitation. *Physiological Reviews* 2017; 97(2): 767–837.

Lopes AMD. Neurotecnologia: quando a tecnologia ameaça a dignidade humana. In: Lopes AMD, Paredes F, Pereira Jr AJ, Maia AP (org.). *Neurodireito, neurotecnologia e direitos humanos*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2022. p.17-30.

Machado D, Doneda D. Proteção de dados pessoais e criptografia: tecnologias criptográficas entre anonimização e pseudonimização de dados. *Revista dos Tribunais* 2018; 998: 99-128.

Magee P, lenca M, Farahany N. Beyond neural data: cognitive biometrics and mental privacy. *Neuron* 2024; 112(18): 3017–3028.

Marcus AD, Farahany NA. When your boss is tracking your brain: bioethicist Nita Farahany says privacy law hasn't kept up with science as employers increasingly use neurotechnology in the workplace. *The Wall Street Journal* 15 fev 2023. Disponível em: <https://www.wsj.com/tech/biotech/brain-wave-tracking-privacy-b1bac329>. Acesso em: 20 out 2025.

Marx K. O capital: crítica da economia política. Livro I. Tradução de Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2014. (Original: Marx K. *Das kapital. Kritik der politischen oekonomie*. Buch I: Der produktionsprozess des kapital. Hamburg: Otto Meissner, 1867).

Micera S, Caleo M, Chisari C, Hummel FC, Pedrocchi A. Advanced neurotechnologies for the restoration of motor function. *Neuron* 2020; 105(4): 604-620.

Miniussi C, Ruzzoli M. Transcranial stimulation and cognition. *Handbook of Clinical Neurology* 2013; 116: 739–750.

Mridha MF, Das SC, Kabir MM, Lima AA, Islam MR, Watanobe Y. Brain-Computer Interface: advancement and challenges. *Sensors* 2021; 21(17):5746.

Mühl E, Andorno R. Neurosurveillance in the workplace: do employers have the right to monitor employees' minds? *Frontiers in Human Dynamics* 2023; 5: **1245619**.

Mühl E. The challenge of wearable neurodevices for workplace monitoring: an EU legal perspective. *Frontiers in Human Dynamics* 2024; 6: **1473893**.

Naseer N, Hong KS. fNIRS-based brain-computer interfaces: a review. *Frontiers in Human Neuroscience* 2015; 9: **3**.

Navarro MS. The rise of the neuroslave: is the EU normative framework fit to grant protection against the employers accessing the worker's mental states? *European Data Protection Law Review* 2024; 10(1): 17-29.

O'Neil C. Algoritmos de destruição em massa: como o big data aumenta a desigualdade e ameaça a democracia. São Paulo: Rua do Sabão, 2020. (Original: O'Neil C. Weapons of math destruction: how big data increases inequality and threatens democracy. New York: Crown Publishing Group, 2016).

Organização das Nações Unidas (ONU). Declaração Universal dos Direitos Humanos. Assembleia Geral das Nações Unidas. 1948. Disponível em: <https://www.un.org/pt/universal-declaration-human-rights/>. Acesso em: 7 março 2025.

Organização das Nações Unidas (ONU). Report of the special rapporteur on extreme poverty and human rights: Olivier de Schutter. The burnout economy: poverty and mental health. 2024. Disponível em: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n24/210/39/pdf/n2421039.pdf>. Acesso em: 20 novembro 2025.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos (*DUBDH*). Paris: UNESCO, 2005. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180>. Acesso em: 22 dezembro 2024.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Outcome document of the first meeting of the AHEG: first draft of a recommendation on the ethics of neurotechnology (First Version). 2024. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389768.locale=en>. Acesso em: 22 dezembro 2024.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Neurotechnology policy toolkit: building better policies for responsible innovation. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/emerging-tech/neurotechnology-policy-toolkit.pdf>. Acesso em: 7 novembro 2025.

- Paredes F, Quiroz C. Neuroderechos en Chile: estado del arte y desafíos. In: Lopes AMD, Maia AP, organizadores. Neurodireto, neurotecnologia e direitos humanos. Porto Alegre: Livraria do Advogado; 2022. p. 69-77.
- Pyrro M, Araújo P. Neurotechnology, ethics and human rights: thinking about work, mental health inequities and eugenics. In: Lopes, A. M. D.; Smart, S.; Komamura, K. (orgs.). Neurolaw: legal impacts of neurotechnology. 1. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2025. p. 49–60.
- Queiróz MFF, Souza EA, Reginaldo IOR. Indústria 4.0 e trabalho 0.4: colonialismo digital e a intensificação do trabalho. *Serviço Social & Sociedade* 2024; 147(3): **e-6628387**.
- Roelfsema PR, Denys D, Klink PC. Mind reading and writing: the future of neurotechnology. *Trends in cognitive sciences* 2018; 22(7): 598-610.
- Rouvroy A, Stiegler B. The digital regime of truth: from the algorithmic governmentality to a new rule of law. *La Deleuziana* 2016; 3: 6–29.
- Ruiz S, Valera L, Ramos P, Sitaram R. Neurorights in the Constitution: from neurotechnology to ethics and politics. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences* 2024; 379: **20230098**.
- Schalk, G.; Brunner, P.; Allison, B. Z.; Soekadar, S. R.; Guan, C.; Denison, T.; Rickert, J.; Miller, K. J. Translation of neurotechnologies. *Nature Reviews Bioengineering* 2024; 2(8): 637-652.
- Schramm, F. Bioética da proteção: ferramenta válida para enfrentar problemas morais na era da globalização. *Revista Bioética* 2008; 16(1): 11-23.
- Schwab K. *The forth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum, 2016.
- Secco AC, Kovalski DF. Do empreendedor de si mesmo à medicalização da performance: reflexões sobre a flexibilização no mundo do trabalho. *Ciência e saúde coletiva* 2022; 27(5):1911–1918.
- Seligmann-Silva E. *Trabalho e desgaste mental: o direito de ser dono de si mesmo*. São Paulo: Cortez Editora, 2022.
- Silva T (org.). *Comunidades, algoritmos e ativismos digitais: olhares afrodiáspóricos*. São Paulo: LiteraRUA, 2020.
- Silveira S, Souza J, Cassino J. *Colonialismo de dados: como opera a trincheira algorítmica na guerra neoliberal*. São Paulo: Autonomia Literária, 2021.
- Srnicek N. *Platform capitalism*. Cambridge: Polity Press, 2017.
- Sun X, Ye B. The functional differentiation of brain–computer interfaces (BCIs) and its ethical implications. *Humanities and Social Sciences Communications* 2023; 10: **878**.
- Thiollent M. *Crítica metodológica, investigação social e enquete operária*. 5.ed. São Paulo: Polis, 1987.

Van Middendorp, J. J.; Sanchez, G. M.; Burridge, A. L. The Edwin Smith papyrus: a clinical reappraisal of the oldest known document on spinal injuries. *European Spine Journal* 2010; 19(11): 1815–1823.

Waldert S. Invasive vs. non-invasive neuronal signals for brain–machine interfaces: will one prevail? *Frontiers in Neuroscience* 2016;10: **295**.

Yang Z, Yang Y. From neurocolonization to cognitive emancipation: the critical turn of neurocapitalism. *Studies in Social Science & Humanities* 2025; 4(2): 46–57.

Yuste R, Goering S, Agüera Y, Arcas B, Bi G, Carmena JM, Carter A, et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature*. 2017; 551(7679): 159-163.

Zanos S. Closed-loop neuromodulation in physiological and translational research. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 2019; 9(11): **a034314**.

Zuboff S. *The age of surveillance capitalism*. New York: Public Affairs, 2019.

ANEXO A — LISTA DE ARTIGOS ANALISADOS

Ackerman E, Strickland E. Are you ready for brain training? Leveraging brain data will make workers more productive. *IEEE Spectrum* 2022; 59(12): 46-52.

Ahmed AA, Muhammed RA. Accessibility, use and effectiveness of neurotechnology devices for productivity in workplace. *International Journal of Scientific and Research Publications* 2021; 11(10): 15-22.

Blankertz B, Acqualagna L, Dähne S, Haufe S, Schultze-Kraft M, Sturm I, Ušćumlic M, Wenzel MA, Curio G and Müller K-R. The Berlin Brain-Computer Interface: progress beyond communication and control. *Frontiers in Neuroscience* 2016; 10: **530**.

Brandt-Rauf PW, Ayaz H. Occupational health and neuroergonomics: the future of wearable neurotechnologies at the workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2024; 66(6): 456-460.

Farahany NA. Neurotech at work: welcome to the World of brain monitoring for employees. *Harvard Business Review* 2023a; 101(2): 43-48.

Kies A, De Keyser A, Jaramillo S, Li J, Tang Y, Ud Din I. Wired for work: brain-computer interfaces' impact on frontline employees' well-being. *Journal of Service Management* 2024; 36(1): 1–26.

Kumari R, Kothari B, Chordia P. Enhancing productivity and safety in manufacturing through neurotechnology. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management* 2025; 9(1): 1-8.

Marcus AD, Farahany NA. When your boss is tracking your brain: bioethicist Nita Farahany says privacy law hasn't kept up with science as employers increasingly use neurotechnology in the workplace. *The Wall Street Journal* 15 fev 2023. Disponível em: <https://www.wsj.com/tech/biotech/brain-wave-tracking-privacy-b1bac329>. Acesso em: 20 out 2025.

Mühl E. The challenge of wearable neurodevices for workplace monitoring: an EU legal perspective. *Frontiers in Human Dynamics* 2024; 6: **1473893**.

Mühl E, Andorno R. Neurosurveillance in the workplace: do employers have the right to monitor employees' minds? *Frontiers in Human Dynamics* 2023; 5: **1245619**.

Navarro MS. The rise of the neuroslave: is the EU normative framework fit to grant protection against the employers accessing the worker's mental states? *European Data Protection Law Review* 2024; 10(1): 17-29.

Nicolae IE, Acqualagna L, Blankertz B. Assessing the depth of cognitive processing as the basis for potential user-state adaptation. *Frontiers in Neuroscience* 2017; 11: **548**.

Obi R. Leveraging technology and data analytics in performance management – an exploratory study on its evolution: the when, now, and hereafter. *Advances in Cybersecurity and Analytics* 2024; 7: **e129581**.

Ravindranathan R, Usha S, Tommy R, George SE. Interest and skill correlation model for career aligning of young persons with disabilities. *Journal of Research in Special Education Needs* 2024; 12(4): 228-239

Schultze-Kraft M, DS, Gugler M, Curio G, Blankertz B. Unsupervised classification of operator workload from brain signals. *Journal of Neural Engineering* 2016; 13(3): **036008**.