



AFYA CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPI
BACHARELADO EM MEDICINA

DAVID TAYLOR GOMES LEAL
HEMERSON DANIEL FERNANDES DE SOUSA
JOÃO VITOR DA SILVA ALMEIDA
JONNAELVIS PEREIRA SILVA

**NEUROÉTICA DO NEURODOPING: IMPLICAÇÕES ÉTICAS E
REGULATÓRIAS DO USO DE NEUROMODULAÇÃO NÃO INVASIVA NA
PERFORMANCE ESPORTIVA**

Teresina – PI

2026

DAVID TAYLOR GOMES LEAL
HEMERSON DANIEL FERNANDES DE SOUSA
JOÃO VITOR DA SILVA ALMEIDA
JONNAELVIS PEREIRA SILVA

**NEUROÉTICA DO NEURODOPING: IMPLICAÇÕES ÉTICAS E
REGULATÓRIAS DO USO DE NEUROMODULAÇÃO NÃO INVASIVA NA
PERFORMANCE ESPORTIVA**

Trabalho Científico de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado
em Medicina do Centro Universitário
UNINOVAFAPI – Afya, como requisito
parcial para obtenção do título de
Médico(a).

Orientadora: **Prof.^a Me. Sandra
Tuany Alves de Moraes.**

Teresina – PI

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

L435n Leal, David Taylor Gomes.

Neuroética do neurodoping; implicações éticas e regulatórias do uso de neuromodulação não invasiva na performance esportiva / David Taylor Gomes Leal; Hemerson Daniel Fernandes de Sousa; João Vitor da Silva Almeida; Jonnaelvis Pereira Silva. – Teresina: UNINOVAFAPI, 2026.

Orientador (a): Profª. Me. Sandra Tuany Alves de Moraes. – UNINOVAFAPI, 2026.

30.p.; 23cm.

Trabalho de conclusão (Bacharelado em Medicina) – UNINOVAFAPI, Teresina, 2026.

1. Neurodoping. 2. Neuromodulação. 3. Performance esportiva. I. Título. II. Leal, David Taylor Gomes. III. Sousa, Hemerson Daniel Fernandes de. IV. Almeida, João Vitor da Silva. V. Silva, Jonnaelvis Pereira.

CDD 617.1027

Catálogo na publicação
Francisco Renato Sampaio da Silva – CRB/1028

DAVID TAYLOR GOMES LEAL
HEMERSON DANIEL FERNANDES DE SOUSA
JOÃO VITOR DA SILVA ALMEIDA
JONNAELVIS PEREIRA SILVA

**NEUROÉTICA DO NEURODOPING: IMPLICAÇÕES ÉTICAS E
REGULATÓRIAS DO USO DE NEUROMODULAÇÃO NÃO INVASIVA NA
PERFORMANCE ESPORTIVA**

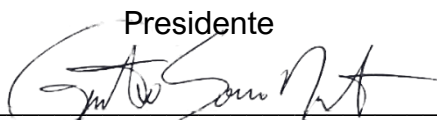
Trabalho Científico de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado
em Medicina do Centro Universitário
UNINOVAFAPI – Afya, como requisito
parcial para obtenção do título de
Médico(a).

Aprovação em: 29/5/2026

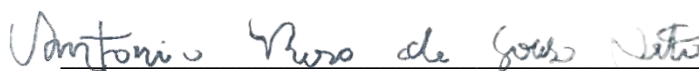
BANCA EXAMINADORA



SANDRA TUANY ALVES DE MORAIS
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPI
Presidente



GUSTAVO SOUSA NOLETO
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPI
1º Examinador(a)



ANTONIO ROSA DE SOUSA NETO
Afya Centro Universitário UNINOVAFAPI
2º Examinador(a)

TERESINA

2026

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu alicerce inabalável, por me conceder força, coragem e resiliência para superar cada desafio ao longo desta jornada. Ao meu pai, Odair Gomes Leal, e à minha mãe, Elizângela Leal da Silva Gomes, minha eterna gratidão. Vocês são a base de tudo que sou. Obrigado por cada ensinamento, por cada valor transmitido, pela formação do meu caráter e por me ensinarem, com exemplo e amor, a ser um verdadeiro guerreiro diante das adversidades da vida. Este momento também é de vocês. Aos meus professores e orientadores, por todo conhecimento compartilhado, pela dedicação e por contribuírem de forma essencial para minha formação acadêmica e profissional. Aos meus colegas, pela parceria, amizade e companheirismo ao longo dessa caminhada. A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa conquista, meu sincero agradecimento.

David Taylor Gomes Leal

À minha avó, Maria de Fátima Fernandes, minha Dona Pretinha (in memoriam), dedico este trabalho. Ela foi dessas mulheres que o Nordeste faz com sol por fora e reza por dentro: pouca fala para reclamar, muita coragem para viver, e um coração tão grande que, se virasse casa, ainda sobrava rede armada para quem chegasse cansado. Nela cabem todos os que amo, porque sua vida foi raiz: quem nasceu perto dela aprendeu a florescer do seu cuidado.

Dona Pretinha não precisou conhecer os nomes difíceis da Medicina para saber o essencial da cura. Sabia que gente se cuida primeiro com presença, com comida posta, porta aberta, olhar que não mede pobreza, cansaço nem dor. Ela foi sertão e chuva ao mesmo tempo: firme quando a vida apertava, doce quando alguém precisava de amparo. Ensinou-me que gostar de gente não é discurso bonito; é ofício diário, é mão estendida, é fazer do pouco um mundo inteiro.

Levo este trabalho até ela como quem leva água a uma planta que continua viva. Que eu siga no curso e na vida médica sem esquecer sua ciência antiga: antes do remédio, a humanidade; antes do diagnóstico, a escuta; antes do jaleco, o

coração. Porque, se um dia eu for capaz de cuidar de alguém com um pedaço da grandeza com que Dona Pretinha cuidou dos seus, já terei entendido a parte mais sagrada da Medicina.

Hemerson Daniel Fernandes de Sousa

Com imensa gratidão, concluo este trabalho agradecendo a Deus, a quem dedico minha fé e que se faz presente como fonte de inspiração para meu crescimento pessoal, motivando-me diariamente a ser uma pessoa melhor e a contribuir com o próximo. Registro, também, minha profunda gratidão aos meus pais, Vanilson e Heloiza, pelo apoio incondicional, pelo incentivo constante e pela força que sempre me ofereceram ao longo desta trajetória — amo muito vocês! Agradeço, de maneira especial, a Maria Fernanda, minha namorada, pelo carinho, compreensão, apoio e incentivo ao longo deste percurso, sendo presença constante nos momentos de desafio e conquista. Manifesto minha felicidade e reconhecimento por esta realização, ciente de que ela representa apenas o início de uma longa jornada, a qual começo com êxito e que pretendo seguir com dedicação, foco e determinação.

João Vitor da Silva Almeida

“O que era isso, que a desordem da vida podia sempre mais do que a gente?” (Guimarães Rosa). Agradeço a Deus, à minha sorte, que me trouxe gentilmente até aqui. Agradeço à minha família, seu Lula, dona Analva e meus irmãos, que são os fundamentos do meu proceder e de quem tiro forças para continuar. Agradeço aos meus amigos, em especial ao Hemerson, que Deus foi tão gentil em por no meu caminho e sem o qual eu não estaria nesse ministério de cura. Agradeço aos artistas e às artistas que, em tempos de penumbra, me alimentaram até que chegasse o dia. Daqui para a frente, a estrada se torna mais dura, sim, mas as flores no caminho, mais belas.

Jonnaelvis Pereira Silva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 METODOLOGIA.....	10
3 RESULTADOS.....	14
3.1 Eixo 1 — Evidência ergogênica e incertezas neurocientíficas.....	15
3.2 Eixo 2 — Neuroética: autenticidade, mérito e coerção competitiva	16
3.3 Eixo 3 — Regulação e zona cinzenta da WADA.....	18
3.4 Eixo 4 — Cultura DIY, comercialização e riscos à saúde	19
3.5 Eixo 5 — Aplicações esportivas, eSports e contextos de alta performance.....	21
3.6 Eixo 6 — Justiça distributiva, desigualdade e dilemas de acesso.....	22
4 DISCUSSÃO	23
4.1 Tensão entre evidência ergogênica e os critérios da WADA.....	23
4.2 Dilemas neuroéticos centrais: autonomia, mérito e coerção	24
4.3 Lacunas regulatórias e propostas de governança	25
4.4 Limitações da revisão.....	26
5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	27
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE A: Autorização para depósito em repositório.....	31
ANEXO A: Declaração de correção ortográfica	33
ANEXO B: Relatório de plágio	35

1 INTRODUÇÃO

Os avanços recentes nas tecnologias de neuromodulação não invasiva (*Non-invasive brain stimulation* – NIBS), em particular a estimulação transcraniana por corrente contínua (*Transcranial direct current stimulation* – tDCS), a estimulação transcraniana por corrente alternada (*Transcranial alternating current stimulation* – tACS) e a estimulação magnética transcraniana (*Transcranial magnetic stimulation* – TMS), inauguraram um novo capítulo na relação entre cérebro, tecnologia e performance humana. Inicialmente desenvolvidas com propósitos terapêuticos altamente específicos, essas técnicas passaram progressivamente a ser investigadas como ferramentas de aprimoramento cognitivo e psicomotor em indivíduos saudáveis, configurando o campo emergente do *neuroenhancement*, ou neuroaprimoramento.

Ao modular a excitabilidade neuronal, a plasticidade sináptica e redes funcionais distribuídas, tais técnicas demonstraram potencial para melhorar memória de trabalho, atenção, tomada de decisão, tempo até a exaustão, vigilância, controle motor fino e velocidade visuomotora (CHMIEL, 2025; PATEL et al., 2020; HAMILTON; MESSING; CHATTERJEE, 2011). Esse conjunto de evidências deslocou o debate bioético tradicional, centrado nos limites da terapêutica, para um território no qual os contornos entre tratar e aumentar se tornam crescentemente difusos (BORRIONE; BRUNONI, 2017).

Nos últimos anos, o fenômeno ganhou contornos ainda mais complexos com a popularização das comunidades "DIY-tDCS" (DIY – *Do it yourself*, ou “faça você mesmo”), formadas por indivíduos que constroem ou adquirem dispositivos pela internet e os aplicam em si mesmos sem supervisão especializada (WEXLER, 2016; MAIER et al., 2024). A comercialização online global, frequentemente sem certificação ou monitoramento regulatório, impulsiona a expansão de práticas paralelas de autoestimulação cerebral. A existência dessas comunidades ampliou dramaticamente o debate ético, pois transforma a neuromodulação em recurso de uso cotidiano, não limitado ao controle institucional ou à mediação biomédica.

Esse cenário se torna ainda mais delicado diante do interesse crescente pelo uso dessas técnicas em contextos competitivos, sobretudo na esfera esportiva. Estudos recentes indicam que a tDCS pode aumentar resistência física, reduzir percepção de esforço, melhorar tempo de reação e favorecer desempenho em tarefas complexas sob pressão (CHMIEL, 2025; ANGIUS et al., 2017). Há, paralelamente, relatos de utilização de tDCS por atletas olímpicos e equipes esportivas profissionais (BORRIONE; BRUNONI, 2017). A questão ética é inevitável: quando a tecnologia permite elevar artificialmente o desempenho, em que momento ela deixa de ser instrumento legítimo de preparo e passa a configurar uma forma de *neurodoping*?

Compreender as implicações éticas, filosóficas, sociais e regulatórias do uso de neuromodulação não invasiva na performance esportiva não é apenas necessidade acadêmica: trata-se de demanda emergente da própria sociedade contemporânea. Em um mundo no qual o aprimoramento cerebral se tornou mercadoria comercial, promessa midiática, ferramenta profissional e potencial estratégia competitiva, investigar o fenômeno do neurodoping sob a ótica da neuroética significa iluminar questões fundamentais sobre justiça, autonomia, mérito, integridade esportiva e responsabilidade coletiva.

Apesar do crescente corpo de estudos sobre tDCS, tACS e TMS, a literatura científica distribui-se ainda de forma fragmentada entre investigações neurofisiológicas, debates ético-filosóficos e análises sociotécnicas do neuroaprimoramento. Existem estudos que documentam efeitos ergogênicos e cognitivos em atletas e profissionais de alta performance (PATEL et al., 2020; CHMIEL, 2025), enquanto outros se dedicam a compreender os riscos de uso não supervisionado, a expansão das práticas DIY e o impacto de narrativas midiáticas que superestimam a eficácia e minimizam riscos (WEXLER, 2016; DUBLJEVIĆ; SAIGLE; RACINE, 2014).

Paralelamente, abordagens filosóficas e bioéticas problematizam questões como autenticidade, mérito, coerção competitiva, justiça distributiva e desigualdade (LAVAZZA, 2018; BORRIONE; BRUNONI, 2017; DRESLER et al., 2019). Poucos estudos, entretanto, articulam esses três horizontes — evidência neurocientífica, preocupações neuroéticas e implicações regulatórias —

especificamente no contexto esportivo. Essa dispersão temática evidencia uma lacuna importante: a ausência de critérios objetivos para detecção de NIBS, a crescente disponibilidade de dispositivos portáteis e a popularização do uso doméstico dificultam, ainda, qualquer tentativa de controle institucional. Como argumenta Chmiel (2025), a combinação entre potencial de aprimoramento, indetectabilidade e facilidade de acesso coloca a tDCS em posição singular dentro do debate antidoping.

Diante dessa conjuntura, o presente estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: quais dilemas éticos, sociais e regulatórios têm sido identificados na literatura sobre o uso de tecnologias não invasivas de neuromodulação para fins de aprimoramento de performance (neurodoping) em atletas e indivíduos saudáveis?

Ao mapear tais dimensões, pretendeu-se caracterizar os tipos de tecnologias de neuromodulação não invasiva investigadas em contextos de aprimoramento de performance física, cognitiva e esportiva; identificar os principais dilemas éticos discutidos na literatura, com atenção a autonomia, mérito, autenticidade, coerção competitiva e proteção de populações vulneráveis; mapear os marcos regulatórios e propostas de governança apresentados, incluindo a posição da WADA, das agências sanitárias nacionais e dos órgãos profissionais e, com isso, descrever as principais lacunas da literatura e indicar direções para pesquisas futuras em neuroética do neurodoping.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como Revisão de Escopo (*Scoping Review*), conduzida de acordo com as recomendações metodológicas do Joanna Briggs Institute (JBI) e reportada conforme a extensão PRISMA-ScR (TRICCO et al., 2018). A escolha desse delineamento justifica-se pela natureza emergente, multidimensional e fragmentada do tema, no qual coexistem estudos neurocientíficos, análises bioéticas, discussões filosóficas, debates regulatórios e descrições sociotécnicas relacionadas ao uso de neuromodulação não invasiva para fins de aprimoramento de performance. A Revisão de Escopo mostra-se

mais adequada que revisões sistemáticas tradicionais, pois permite mapear conceitos, identificar lacunas, sintetizar temas recorrentes e compreender o estado da arte de um campo em rápida evolução.

O protocolo metodológico desta revisão foi estruturado com base no arcabouço do JBI, que recomenda clareza conceitual e precisão na formulação da pergunta orientadora. Adotou-se a estratégia PCC (Population, Concept, Context). A população considerada abrange atletas e indivíduos saudáveis; o conceito refere-se ao uso de tecnologias não invasivas de neuromodulação (tDCS, tACS, tRNS, TMS e neurofeedback); o contexto diz respeito às implicações éticas, sociais e regulatórias associadas a práticas de aprimoramento de performance, fenômeno compreendido neste estudo como neurodoping. A partir desses elementos, definiu-se a pergunta de pesquisa: "Quais dilemas éticos, sociais e regulatórios têm sido identificados na literatura sobre o uso de tecnologias não invasivas de neuromodulação para fins de aprimoramento de performance (neurodoping) em atletas e indivíduos saudáveis?"

A estratégia de busca bibliográfica foi elaborada a partir da combinação de descritores controlados e termos livres. Utilizaram-se os vocabulários MeSH, DeCS e operadores booleanos, resultando no conjunto central: ("Non-invasive Brain Stimulation" OR "Transcranial Direct Current Stimulation" OR "Transcranial Magnetic Stimulation" OR "tDCS" OR "tACS" OR "tRNS" OR "Neurofeedback") AND ("Enhancement" OR "Performance" OR "Neuroenhancement" OR "Doping" OR "Neurodoping") AND ("Ethics" OR "Neuroethics" OR "Regulation"). A busca foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO e Portal Regional da BVS, selecionadas pela relevância na área da saúde e pela abrangência da literatura biomédica e bioética. Não foram aplicados filtros de idioma, permitindo a inclusão de estudos em inglês, português e espanhol, e adotou-se um recorte temporal amplo (2010–2024), coerente com o período de consolidação das pesquisas contemporâneas em neuromodulação.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas sequenciais: (1) triagem por título, (2) leitura de resumos e (3) leitura integral dos textos potencialmente elegíveis. Para mitigar vieses, aplicou-se um processo criterioso de conferência

interna, consistente com as recomendações do JBI para revisões conduzidas individualmente. Os critérios de inclusão contemplaram: (a) artigos que abordassem direta ou indiretamente o uso de tecnologias de neuromodulação não invasiva em indivíduos saudáveis; (b) estudos que discutissem aspectos éticos, filosóficos, sociais ou regulatórios; (c) pesquisas que explorassem usos de NIBS para aumento de performance física, cognitiva, psicomotora ou esportiva. Excluíram-se artigos exclusivamente voltados a aplicações clínicas, terapêuticas, reabilitadoras ou a transtornos psiquiátricos e neurológicos, bem como estudos sem interface com discussões éticas, regulatórias ou de *neuroenhancement*.

Adicionalmente, realizou-se busca manual (técnica de *snowballing*) nas listas de referências dos estudos elegíveis, conforme recomendação do manual JBI para Revisões de Escopo em temas emergentes e fragmentados, identificando-se 12 estudos complementares que atendiam integralmente aos critérios PCC mas não haviam sido recuperados nas buscas eletrônicas iniciais. Após a aplicação completa do protocolo, 34 artigos compuseram a síntese qualitativa final. O fluxograma PRISMA-ScR detalhado encontra-se no Apêndice deste trabalho.

A extração dos dados foi realizada por meio de planilha desenvolvida para este fim, contemplando as categorias: autor e ano, país de publicação, tipo de estudo, técnica(s) de neuromodulação abordada(s), objetivos, principais achados, dilemas éticos identificados, aspectos regulatórios, menções ao contexto esportivo ou competitivo e contribuições para o debate sobre neurodoping. Esse procedimento foi guiado pelo manual do JBI para Revisões de Escopo, garantindo uniformidade na coleta e síntese posterior, conforme pode-se verificar no fluxograma PRISMA-ScR (Figura 1).

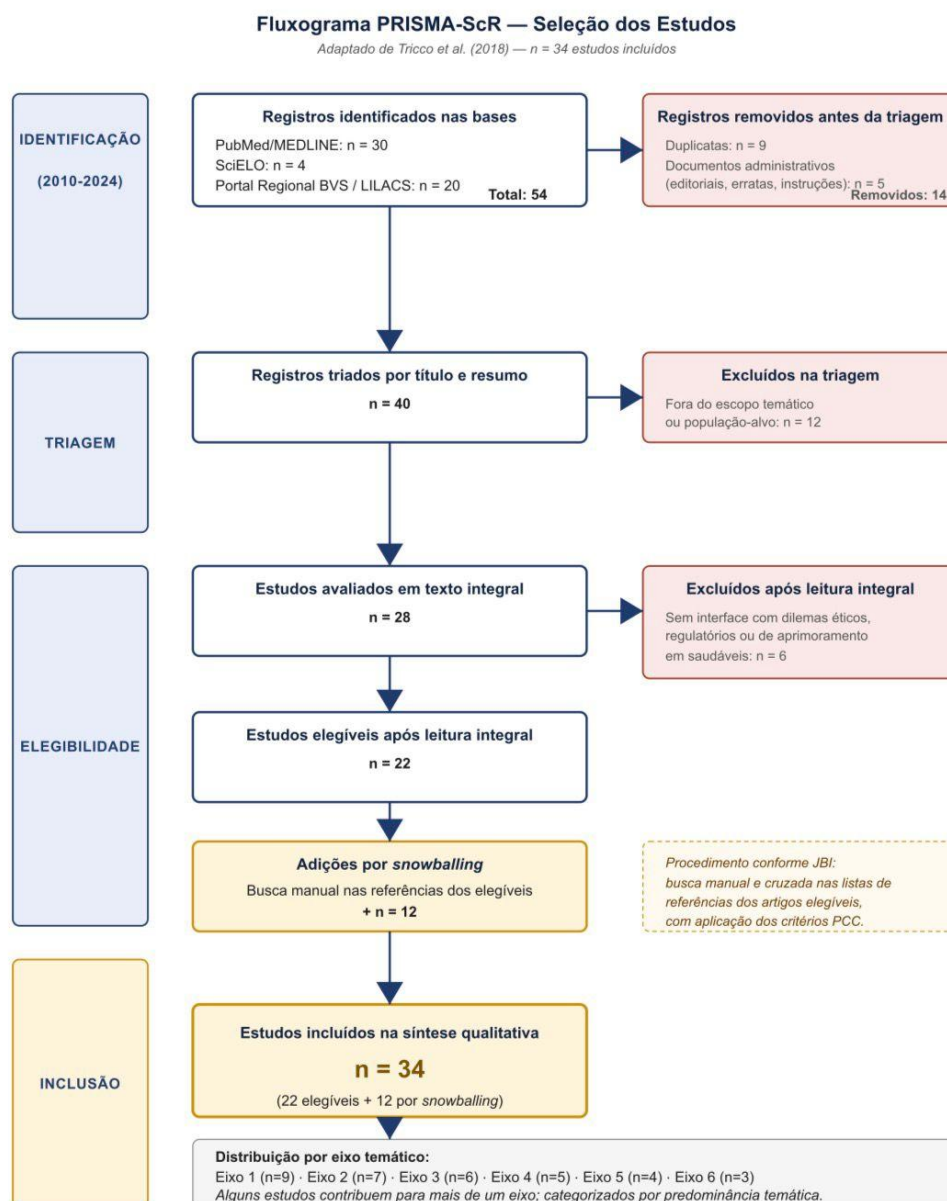


Figura 1. Fluxograma PRISMA-ScR.

A análise e a síntese dos dados seguiram abordagem temática qualitativa, permitindo agrupar os estudos em núcleos conceituais convergentes. Tal estratégia possibilitou organizar a literatura em eixos analíticos: (a) evidência ergogênica e incertezas neurocientíficas; (b) neuroética, autenticidade e mérito; (c) regulação e zona cinzenta WADA; (d) cultura DIY, comercialização e riscos à saúde; (e) aplicações esportivas e eSports; (f) justiça distributiva e desigualdade de acesso. Os resultados foram organizados em narrativa descritiva, conforme recomendações do PRISMA-ScR, com o objetivo de refletir com precisão o estado atual do conhecimento e suas lacunas.

Os achados foram apresentados de maneira integrativa, permitindo não apenas mapear a literatura existente, mas também identificar tensões éticas, dilemas regulatórios e áreas que demandam maior investigação. A síntese produzida oferece um panorama abrangente do neurodoping por neuromodulação, contribuindo para o debate interdisciplinar e para a construção de referenciais teóricos que possam fundamentar pesquisas e políticas futuras na área.

3 RESULTADOS

A busca nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO e Portal Regional da BVS resultou em 54 registros iniciais, dos quais 34 estudos atenderam integralmente aos critérios PCC e foram incluídos na síntese qualitativa, conforme detalhado no fluxograma PRISMA-ScR. Os artigos abrangem o intervalo entre 2011 e 2025 e contemplam delineamentos heterogêneos: ensaios clínicos randomizados controlados (n=8), revisões narrativas, sistemáticas e meta-análises (n=14), ensaios bioéticos e editoriais críticos (n=8), pesquisas qualitativas e surveys atitudinais (n=3) e análise sistemática de cobertura midiática (n=1). A produção concentra-se no eixo Brasil (n=12), Reino Unido, Alemanha, Estados Unidos e Itália, com participação relevante de pesquisadores da Polônia, China, Romênia, Dinamarca, Suíça, Holanda e Taiwan, refletindo a internacionalização recente do debate.

Quanto às tecnologias investigadas, a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) figura em 28 dos 34 estudos, sendo majoritariamente aplicada sobre o córtex motor primário (M1) ou o córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC), em intensidades de 1 a 2 mA. A estimulação magnética transcraniana (TMS), a estimulação por corrente alternada (tACS), a estimulação por ruído aleatório (tRNS) e o neurofeedback eletroencefalográfico aparecem em proporção menor, frequentemente integrados em revisões abrangentes ou em diretrizes consensuais (ANTAL et al., 2022; DRESLER et al., 2019). As populações estudadas abrangem atletas de elite (ciclistas, corredores, jogadores de futebol, atiradores desportivos), praticantes amadores, ciberatletas, cirurgiões, militares,

estudantes universitários e usuários da subcultura DIY-tDCS. A síntese foi organizada em seis eixos analíticos convergentes, apresentados a seguir.

3.1 Eixo 1 — Evidência ergogênica e incertezas neurocientíficas

Os estudos experimentais reunidos sustentam, em sua maioria, a hipótese de que a tDCS anódica produz ganhos agudos em variáveis de desempenho físico e cognitivo. Vitor-Costa et al. (2012) documentaram aumento da excitabilidade do córtex motor por até uma hora após a aplicação e prolongamento do tempo até a exaustão em exercícios isométricos. Okano et al. (2015) reportaram, em ensaio cruzado cego com ciclistas profissionais, melhora de aproximadamente 4% no pico de potência (PPO), redução da frequência cardíaca submáxima e atraso da retirada vagal parassimpática, achados confluentes com a hipótese do "governador central" descrita pelos mesmos autores em revisão narrativa anterior (OKANO et al., 2013, p. 315-325).

Em corredores amadores de 5000 metros, dos Santos et al. (2023) observaram otimização significativa do tempo e da velocidade de corrida sob estimulação anódica em M1, sem alteração correspondente no pico de torque (Pt) ou na percepção subjetiva de esforço (RPE), o que sugere mecanismos de ação dissociáveis entre desempenho mecânico e variáveis perceptuais. Lattari et al. (2020, p. 97-102) reportaram elevação estatisticamente relevante na altura do salto contra-movimento (CMJ) e na potência muscular máxima em homens com experiência avançada em treinamento de força. De Moura Neto et al. (2022), em ensaio duplo-cego com jogadores amadores de futebol, registraram melhora aguda da velocidade de reação de escolha (CRT) com tDCS anódica sobre o DLPFC esquerdo combinada a treino visumotor.

Achados em técnicas correlatas convergem com esse panorama. A meta-análise de Yu et al. (2025) demonstrou eficácia mediana do treinamento por neurofeedback EEG em habilidades de equilíbrio, agilidade e reflexo motor (Hedges's $g = 0,78$), enquanto Chen et al. (2025) verificaram ganhos em precisão de tiro e tempo de resposta motora em atiradores de elite submetidos a treinamento SMR. Em revisão sistemática, Da Silva et al. (2019) confirmaram potencial ergogênico da tDCS associada a exercícios aeróbios e anaeróbios,

reconhecendo, contudo, ausência generalizada de cegamento duplo e variabilidade extrema de protocolos. Angius et al. (2017) ressaltaram, em mini-revisão, que a fadiga central modulada pela tDCS opera de modo distinto entre exercícios monoarticulares e de corpo inteiro, exigindo cautela na extrapolação para o desporto real.

Contrapondo essa leitura predominantemente otimista, a *umbrella review* de Holgado et al. (2024) reuniu evidência de meta-análises envolvendo 683 adultos saudáveis e demonstrou que, sob correção estatística rigorosa para vieses publicacionais, os efeitos ergogênicos agregados tornam-se estatisticamente irrelevantes (gz entre -0,04 e 0,10). Os autores sustentam que a literatura primária está saturada por viés de seleção, baixo poder amostral e heterogeneidade de protocolos, o que questiona criticamente a robustez dos ganhos atribuídos ao "brain doping". Hannah et al. (2019) demonstraram que a direção da corrente modula diferencialmente o aprendizado motor, alertando para a impossibilidade de generalização entre estudos com configurações divergentes. Montenegro et al. (2011, p. 32) verificaram, ainda, que efeitos sobre o controle autonômico cardíaco são observados em sedentários, mas não se reproduzem em atletas de alto rendimento em condições de repouso, evidenciando interação técnica-condicionamento que limita a transferência clínica.

A revisão integrativa de Morya et al. (2019) sintetiza esse cenário ao afirmar que a neuromodulação melhora aparentemente funções cognitivas em diversas doenças neurológicas e no desempenho esportivo, mas reconhece a baixa precisão espacial das técnicas e a divergência interindividual como limitadores estruturais. O quadro emergente, portanto, é de evidência sugestiva mas não conclusiva, com expressiva variabilidade interindividual e sinalização de viés positivo na literatura primária.

3.2 Eixo 2 — Neuroética: autenticidade, mérito e coerção competitiva

A literatura neuroética identifica dilemas estruturais que transcendem a discussão técnica e se ancoram em categorias filosóficas clássicas. Hamilton, Messing e Chatterjee (2011) sistematizaram, em texto seminal, os quatro

problemas centrais da "*cosmetic neurology*": segurança, caráter (autenticidade), justiça e autonomia. Para os autores, a possibilidade de modificar funções cognitivas em indivíduos saudáveis tensiona a noção de identidade pessoal e impõe questionamentos sobre a genuinidade do desempenho obtido por intervenção exógena.

Cohen Kadosh et al. (2012, p. 8) ampliaram o debate ao chamar atenção para o potencial "jogo de soma zero" na maturação cognitiva: o aprimoramento de uma faculdade pode acarretar prejuízo silencioso em outras dimensões da inteligência global, especialmente em cérebros em desenvolvimento. A preocupação com sujeitos vulneráveis encontra paralelo em Machado et al. (2021, p. 6), cuja análise sobre eSports alerta para a alta prevalência de menores de idade utilizando tDCS sem supervisão profissional, configurando cenário pediátrico de risco ético-clínico não regulamentado.

A coerção competitiva e a pressão por produtividade emergem como núcleo da preocupação ética em Borrión e Brunoni (2017, p. 232), que descrevem o uso da tDCS como subterfúgio coercitivo social no qual o indivíduo é cobrado por "máxima excelência" sob ameaça de marginalização profissional. Para os autores, a expansão do mercado neurológico alternativo agrava iniquidades classistas e fragiliza o livre arbítrio efetivo. Dresler et al. (2019) reforçam essa leitura ao mapear as dimensões do *cognitive enhancement*, denunciando a popularização desassistida de kits "Faça-você-mesmo" (DIY) como prática que combina riscos anatômicos a preocupações bioéticas que classificam, em literatura associada, como "crimes de intervenção contra a mente".

Chmiel (2025, p. 6) introduz na discussão um conceito normativo decisivo: a descaracterização da *praiseworthiness* (mérito digno de elogio) e da *prizeworthiness* (mérito digno de premiação) atléticas. Ao argumentar que a tDCS desfigura o princípio do esforço inato, o autor articula crítica filosófica robusta ao neurodoping enquanto prática que corrompe o fundamento moral do esporte. Schmied et al. (2021) corroboram essa percepção empiricamente, demonstrando, em survey com universitários estadunidenses, que cenários envolvendo manipulação direta da atividade mental por estimulação são

considerados moralmente menos aceitáveis do que cenários em que o cérebro é apenas mensurado, sob a justificativa de que a estimulação violaria a integridade corporal.

A análise de Hildt (2014) acrescenta camada importante ao debate: o uso recreativo de tDCS por indivíduos saudáveis para fins estritamente cosméticos exige problematização específica, pois transforma uma tecnologia médica em mercadoria de aprimoramento pessoal sem indicação terapêutica. O conjunto desses estudos converge para a tese de que a neuroética do neurodoping não pode ser tratada apenas como extensão dos debates clássicos sobre doping farmacológico, dado que a estimulação cerebral incide sobre dimensões mais profundas da identidade, da autonomia e do mérito.

3.3 Eixo 3 — Regulação e zona cinzenta da WADA

A análise regulatória ocupa posição central na literatura recente. Chmiel (2025, p. 12) realizou avaliação técnica explícita à luz do Código WADA 2021 e concluiu que a tDCS preenche dois dos três critérios formais para proibição: potencial de aprimoramento de desempenho e violação do espírito esportivo. O terceiro critério, risco significativo à saúde, não é satisfeito sob protocolos padrão, o que mantém a técnica fora da Lista de Substâncias e Métodos Proibidos. Combinada à indetectabilidade forense atual, essa configuração caracteriza a chamada "zona cinzenta regulatória".

As diretrizes do International Federation of Clinical Neurophysiology (IFCN), sistematizadas por Antal et al. (2022, p. 153), formalizam internacionalmente a designação "neurodoping" para o uso da tDCS em contextos de aprimoramento esportivo. O documento, ao reconhecer riscos físicos, comportamentais e éticos da prática, defende vigilância contínua e programas educativos urgentes em consonância com as agências antidopagem, em alternativa ao banimento sumário, considerado inviável diante da impossibilidade de detecção biológica.

Machado et al. (2021, p. 6) ampliam a análise para o campo dos eSports, observando que a Food and Drug Administration (FDA) ainda não aprovou a tDCS para aprimoramento em saudáveis e que a WADA, até a publicação do

estudo, não a incluía no rol de substâncias proibidas. Os autores sustentam que o enquadramento da prática como neurodoping dependerá da interpretação institucional sobre seu impacto no espírito esportivo, e não de um critério toxicológico clássico. Friehs et al. (2024) acrescentam dimensão empírica relevante: em survey com gamers profissionais, os respondentes manifestaram preferência por regulação interna e auto-organizacional dos torneios em detrimento de fiscalização governamental externa, indicando lacuna institucional significativa nas ligas globais de eSports.

Popescu et al. (2025, p. 1-9), em revisão sistemática, propuseram abordagem inovadora ao sugerir que alterações dermatológicas (queimaduras leves e marcas eletródicas) poderiam funcionar como biomarcadores observáveis de uso clandestino de tDCS, dada a inexistência de marcadores metabólicos detectáveis. A proposta, embora promissora, esbarra na limitação de não distinguir lesões específicas da tecnologia daquelas de etiologia comum, conforme reconhecem os próprios autores (POPESCU et al., 2025, p. 11). Lefaucheur (2019, p. 95) e Daskalakis et al. (2019) somam-se ao chamado por padronização metodológica e marcos regulatórios mais claros, alertando que a fragmentação atual dos protocolos compromete tanto a reprodutibilidade científica quanto a confiabilidade de qualquer eventual mecanismo de detecção.

A leitura conjunta desses estudos evidencia consenso regulatório emergente: a tDCS já satisfaz ao menos parcialmente os critérios formais para proibição, mas a impossibilidade prática de detecção e a ausência de risco agudo à saúde inviabilizam, no momento, um banimento eficaz. A zona cinzenta tende a se ampliar enquanto não houver biomarcadores robustos ou consensos internacionais explícitos.

3.4 Eixo 4 — Cultura DIY, comercialização e riscos à saúde

A popularização extramédica da tDCS é abordada de forma incisiva por Wexler (2016), cujo trabalho etnográfico documenta a expansão de comunidades de autoestimulação ("DIYers") que constroem ou adquirem dispositivos sem supervisão clínica. A autora argumenta que o entendimento dessas práticas é condição necessária para qualquer regulamentação eticamente coerente, pois

impõe deslocamento epistemológico do controle institucional clássico. Dresler et al. (2019) corroboram esse diagnóstico ao denunciar a inabilidade das agências reguladoras mundiais de suprir leis adequadas para a contenção sanitária do movimento DIY, alertando que parte significativa dos headsets comercializados não apenas falha em produzir efeitos prometidos como pode, em uso prático, deteriorar a função mnêmica.

Dubljević, Saigle e Racine (2014) somam ao debate análise sistemática da cobertura midiática da tDCS, demonstrando crescimento exponencial de reportagens que apresentam a técnica em tom acentuadamente otimista, frequentemente acompanhadas de tutoriais de montagem que estimulam práticas não supervisionadas. Os autores identificam descompasso estrutural entre o entusiasmo midiático e a prudência científica, configurando ambiente fértil para a expansão do uso recreativo e competitivo.

Borrione e Brunoni (2017, p. 232-235) localizam essa expansão no contexto regulatório brasileiro, denunciando a inércia da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Conselho Federal de Medicina (CFM) frente à classificação ambígua dos dispositivos como produtos "cosméticos", o que os subtrai ao regime de equipamentos médicos restritos. Para os autores, a opção entre liberação total e restrição absoluta é simplista; o caminho viável requer espectro de alternativas adaptadas a contextos culturais distintos.

A pesquisa qualitativa de Maier et al. (2024) constitui o mais abrangente esforço de articulação entre *stakeholders* no debate. Ao reunir pacientes, estudantes, clínicos, representantes da indústria, usuários DIY e especialistas em regulação por meio de oficinas colaborativas, o estudo identifica consenso sobre a insuficiência dos modelos tradicionais de governança e sobre a necessidade de marcos regulatórios adaptados à realidade da neuromodulação contemporânea. Os achados destacam, em particular, a coerção social, o marketing enganoso, a desigualdade de acesso e a ausência de certificações robustas como pontos críticos compartilhados entre os diferentes atores.

A síntese desses estudos evidencia transformação estrutural: a neuromodulação deixou de ser exclusividade de laboratórios e clínicas, tornando-se objeto de consumo cotidiano, comercialização global

descentralizada e prática informal. Esse deslocamento exige, como argumentam Borrione e Brunoni (2017, p. 232), o desenvolvimento de modelos regulatórios graduados, capazes de combinar liberdade individual com mecanismos de proteção da saúde pública.

3.5 Eixo 5 — Aplicações esportivas, eSports e contextos de alta performance

O uso da tDCS em ambientes competitivos reais é documentado de forma pioneira por Gibney (2016, p. 283-284) em reportagem da revista *Nature*, que descreve a adoção da técnica por atletas olímpicos e equipes profissionais, com relatos de atraso na fadiga e melhora de coordenação. O trabalho jornalístico explicita a expectativa, naquele momento já manifesta, de que comitês olímpicos passassem a considerar regulação específica, dado o caráter indetectável da intervenção.

Em ambiente esportivo profissional brasileiro, Gonçalves et al. (2024) conduziram estudo retrospectivo com 18 atletas masculinos de futebol de elite, demonstrando redução significativa (média de 64%) na dor muscular pós-jogo e queda da concentração de creatina-quinase (CK) com tDCS associada a compressão pneumática. Os autores reconhecem como limitação a impossibilidade prática e ética de implementação de protocolos *sham* em ambiente competitivo real, o que restringe a robustez causal dos achados. Em contexto amador, de Moura Neto et al. (2022) documentaram, em ensaio duplo-cego, ganhos agudos em velocidade de reação de escolha (CRT) sob tDCS anódica em F3 combinada a treino visuomotor.

No campo dos eSports, dois estudos complementares mapeiam a fronteira emergente. Machado et al. (2021, p. 4-6) sustentam que a estimulação direcionada ao DLPFC produz ganhos em atenção, vigilância e tempo de reação relevantes para o contexto cibercompetitivo, simultaneamente alertando para os riscos pediátricos da prática não supervisionada. Friebs et al. (2024) complementam esse quadro com pesquisa atitudinal sobre percepções de justiça competitiva, evidenciando que, mesmo entre praticantes da modalidade, a

estimulação cerebral é predominantemente associada a vantagens injustas e a violações da equidade competitiva.

Em esportes de precisão, Chen et al. (2025) demonstraram que o treinamento por neurofeedback SMR em atiradores de elite produz reduções estatisticamente significativas e duradouras no tempo de processamento e na resposta motora, com tradução direta em precisão do tiro. Embora o estudo seja restrito a uma amostra pequena (n=30), oferece evidência relevante para esportes nos quais a regulação atencional é desfecho central.

O caso dos cirurgiões, analisado por Patel et al. (2020, p. 947-948), embora não pertença ao domínio esportivo *stricto sensu*, oferece paralelo analítico valioso ao demonstrar, em ambiente de alta performance profissional, ganhos agudos em habilidades visuomotoras finas e em resiliência sob fadiga, acompanhados de dilemas éticos análogos aos do esporte: distorção do mérito, pressões institucionais por adesão e iniquidade de acesso entre profissionais.

3.6 Eixo 6 — Justiça distributiva, desigualdade e dilemas de acesso

O eixo da justiça distributiva organiza-se em torno de uma controvérsia teórica central. Lavazza (2018) propõe que, diante da variabilidade interindividual de resposta à tDCS, os reguladores enfrentam dilema explícito: ou proibir absolutamente o uso da técnica em contextos competitivos, ou compensar institucionalmente os indivíduos não-responsivos para preservar o princípio do fair play. Para o autor, a omissão regulatória produz desequilíbrio estrutural que penaliza biologicamente os praticantes não favorecidos por sua arquitetura cortical individual.

Petersen e Lippert-Rasmussen (2021) oferecem resposta filosófica densa a essa proposta, argumentando que a compensação dos não-responsivos é praticamente inexequível e moralmente incoerente. Para os autores, a desigualdade biológica de absorção da tDCS é análoga à desigualdade biológica de resposta a dietas, treinamentos e fatores genéticos clássicos, todos tolerados no esporte sem demanda compensatória. A objeção desconstrói a premissa lavazziana e desloca o debate para a questão mais ampla de quais desigualdades biológicas merecem reconhecimento institucional.

Patel et al. (2020, p. 948) ampliam o problema da iniquidade de acesso ao apontar, no contexto cirúrgico, a distinção entre profissionais com recursos para adquirir dispositivos certificados e aqueles em sistemas de saúde com remuneração baixa, reproduzindo no campo médico a fratura social que Borriane e Brunoni (2017, p. 232-235) identificam no campo cosmético. Jangwan et al. (2022, p. 19-20) consolidam essa preocupação ao argumentar que a aceitação irrefreada da neuromodulação no mercado tende a aprofundar abismos econômicos discriminatórios, ferindo virtudes de igualdade de acesso em sociedades já marcadas por estratificação severa.

A literatura desse eixo, embora numericamente menor, é a que apresenta maior densidade filosófica, articulando neuromodulação com debates sobre justiça distributiva, igualdade de oportunidades e equidade competitiva. A ausência de consenso sobre como integrar essas variáveis em políticas concretas constitui uma das principais lacunas regulatórias identificadas na revisão.

4 DISCUSSÃO

4.1 Tensão entre evidência ergogênica e os critérios da WADA

A revisão evidencia que a literatura primária sustenta efeitos agudos da tDCS sobre variáveis de desempenho físico e cognitivo (OKANO *et al.*, 2015; LATTARI *et al.*, 2020; DOS SANTOS *et al.*, 2023; CHEN *et al.*, 2025), mas que essa sustentação é desafiada por análises agregadas mais rigorosas (HOLGADO *et al.*, 2024). A tensão entre evidência primária expressiva e meta-síntese conservadora compõe pano de fundo crítico para qualquer decisão regulatória, pois a aplicação dos critérios da Agência Mundial Antidopagem depende, em primeira instância, do reconhecimento empírico do potencial ergogênico.

A análise de Chmiel (2025, p. 12) à luz do Código WADA 2021 apresenta o dilema com precisão técnica: dois dos três critérios formais para proibição já estariam preenchidos (potencial de aprimoramento e violação do espírito esportivo), faltando apenas o reconhecimento de risco significativo à saúde. Esse arranjo paradoxal expõe limitação estrutural do modelo regulatório vigente,

desenhado para substâncias farmacológicas detectáveis e cujas consequências fisiológicas são quantificáveis em fluidos biológicos. A neuromodulação não invasiva subverte esse paradigma ao operar por mecanismos elétricos sem deixar marcadores metabólicos persistentes, configurando o que Antal et al. (2022, p. 153) descrevem como desafio inédito para os mecanismos antidopagem clássicos.

A proposta de Popescu et al. (2025) — uso de marcadores dérmicos como biomarcadores forenses — ilustra a criatividade investigativa do campo, mas também sua precariedade: na ausência de causalidade específica entre lesão cutânea e estimulação, qualquer banimento baseado nesse critério produziria altas taxas de falsos positivos, inviáveis sob standards de devido processo. A indetectabilidade efetiva, portanto, não é apenas obstáculo técnico, mas elemento estruturante da própria zona cinzenta regulatória.

4.2 Dilemas neuroéticos centrais: autonomia, mérito e coerção

A análise neuroética dos achados revela três tensões fundamentais que permeiam toda a literatura. A primeira opõe autonomia individual e coerção competitiva. Por um lado, a defesa de Borrión e Brunoni (2017, p. 232-235) e Maier et al. (2024) por modelos regulatórios graduados parte do reconhecimento de que adultos saudáveis possuem autonomia para decidir sobre intervenções não terapêuticas em seus próprios cérebros. Por outro, a literatura mostra que essa autonomia opera em contexto social que pode tornar a "escolha" coercitiva (DRESLER et al., 2019; HAMILTON; MESSING; CHATTERJEE, 2011, p. 187): quando a tDCS se difunde em ambientes competitivos, o praticante que opta por não utilizá-la enfrenta desvantagem sistêmica, configurando coerção estrutural análoga à que historicamente justificou a proibição do doping farmacológico.

A segunda tensão articula mérito e enhancement. A reflexão de Chmiel (2025, p. 6) sobre praiseworthiness e prizeworthiness recupera categorias filosóficas relevantes: o esporte se constitui em prática social na qual o mérito atribuído ao vencedor não decorre apenas do resultado mensurável, mas do processo pelo qual ele foi obtido. Quando a vitória é mediada por intervenção exógena, mesmo que legal, o sentido moral da competição é reconfigurado. O

dado empírico aportado por Schmied et al. (2021) — segundo o qual cenários de manipulação direta da atividade mental são percebidos como menos aceitáveis do que cenários de mensuração — corrobora a centralidade da integridade corporal como valor compartilhado.

A terceira tensão articula justiça e proibição. A proposta de Lavazza (2018) de compensação para não-responsivos e a refutação de Petersen e Lippert-Rasmussen (2021) ilustram o impasse: ao aceitar a tDCS, o esporte assume responsabilidade institucional sobre desigualdades biológicas que tradicionalmente eram tratadas como variáveis inatas legítimas; ao rejeitá-la, perde o controle sobre uma prática difusa, indetectável e em expansão acelerada. Essa tensão permanece sem solução teórica robusta na literatura analisada.

4.3 Lacunas regulatórias e propostas de governança

A análise dos seis eixos converge para diagnóstico compartilhado: os modelos tradicionais de governança são insuficientes para regular a neuromodulação não invasiva em contextos de aprimoramento. Maier et al. (2024) sintetizam essa convergência ao reunir vozes de pacientes, clínicos, indústria, usuários DIY e reguladores em torno da percepção de inadequação dos marcos vigentes. Quatro lacunas se destacam.

A primeira é a ausência de classificação regulatória clara dos dispositivos. Como apontam Borriane e Brunoni (2017, p. 232-235), a categorização ambígua entre dispositivo médico e produto cosmético permite que a comercialização global escape dos mecanismos de certificação, facilitando a expansão da cultura DIY documentada por Wexler (2016) e Dresler et al. (2019). A segunda é a ausência de marcos específicos para contextos de alta performance fora do esporte tradicional, como eSports (FRIEHS et al., 2024; MACHADO et al., 2021, p. 6) e ambientes profissionais como cirurgia (PATEL et al., 2020, p. 947-948), nos quais os dilemas se reproduzem sem qualquer arcabouço institucional.

A terceira lacuna refere-se à fragilidade dos mecanismos de detecção. A inviabilidade técnica do banimento, amplamente reconhecida (CHMIEL, 2025, p. 12; ANTAL et al., 2022, p. 153), exige modelos regulatórios criativos que

combinem educação, monitoramento longitudinal e responsabilização institucional, em alternativa ao paradigma punitivo clássico. A quarta lacuna é a ausência de protocolos para proteção de populações vulneráveis, especialmente menores de idade no contexto dos eSports (MACHADO et al., 2021, p. 6) e crianças em ambiente educacional (COHEN KADOSH et al., 2012, p. 8), nas quais a aplicação de tecnologias com efeitos de longo prazo desconhecidos suscita preocupações específicas.

Em conjunto, esses elementos sugerem a necessidade de governança em camadas: regulamentação sanitária dos dispositivos no plano da ANVISA e órgãos congêneres; diretrizes internacionais consolidadas pela WADA com critérios próprios para tecnologias indetectáveis; protocolos institucionais de federações esportivas e ligas profissionais; e códigos de conduta para contextos profissionais não esportivos. A ausência atual de qualquer desses níveis configura o que Chmiel (2025, p. 12) caracteriza como espaço de "legalidade condicionada" sob pressão de revisão urgente.

4.4 Limitações da revisão

A presente revisão de escopo apresenta limitações que devem ser explicitadas. Primeiro, em conformidade com as recomendações do Joanna Briggs Institute para revisões de escopo conduzidas individualmente, o processo de seleção e extração foi realizado por um único revisor, com aplicação de procedimento de conferência interna em substituição ao duplo-cego ideal. Embora tenha sido adotada postura criteriosa para mitigar viés de seleção, reconhece-se que a participação de revisores independentes ampliaria a robustez metodológica.

A busca foi limitada às bases PubMed/MEDLINE, SciELO e Portal Regional da BVS, com complementação por busca manual em referências (snowballing), o que pode ter excluído estudos relevantes indexados em bases especializadas em ética (PhilPapers), em direito esportivo (HeinOnline) ou em literatura cinzenta (literatura jurídica não indexada). Terceiro, o recorte temporal de 2010 a 2024, embora coerente com o período de consolidação das pesquisas contemporâneas

em neuromodulação, eventualmente exclui marcos teóricos anteriores relevantes para o debate filosófico sobre enhancement.

Quarto, a heterogeneidade extrema de delineamentos, protocolos NIBS e populações estudadas dificulta a comparabilidade direta entre achados, exigindo síntese narrativa qualitativa em detrimento de meta-análise quantitativa. Como evidenciado pela umbrella review de Holgado et al. (2024), parte significativa da evidência primária está sujeita a viés de publicação, com sobrerrepresentação de estudos com efeitos positivos e baixo poder amostral. Esse viés afeta inevitavelmente a base sobre a qual a presente síntese se constrói.

Quinto, a natureza exploratória da revisão de escopo, conforme reconhecido pelo manual JBI, prioriza o mapeamento da literatura em detrimento da avaliação crítica da qualidade metodológica individual dos estudos incluídos. Recomenda-se, portanto, que pesquisas subsequentes realizem revisões sistemáticas focadas em eixos específicos, particularmente sobre evidência ergogênica em condições competitivas reais e sobre marcos regulatórios em diferentes jurisdições. Por fim, a literatura analisada concentra-se em produção de países de alta renda (Europa Ocidental, América do Norte e Brasil), com participação reduzida de pesquisadores do Sul Global, o que limita a aplicabilidade dos achados a contextos socioculturais distintos. Essa concentração geográfica, reconhecida por Maier et al. (2024) como viés eurocêntrico relevante, indica direção importante para estudos futuros.

5 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo enquadra-se no delineamento de Revisão de Escopo, caracterizado pela análise secundária de dados disponíveis publicamente na literatura científica. Não envolve, portanto, intervenção em seres humanos, coleta de dados primários, manejo de informações sensíveis ou qualquer procedimento que possa gerar risco físico, psicológico, social ou moral aos participantes. Conforme a Resolução CNS nº 510/2016, que dispõe sobre pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, e em consonância com a Resolução CNS nº 466/2012, que estabelece as diretrizes éticas para pesquisas envolvendo seres

humanos, este estudo não requer submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Foram observados, ainda assim, princípios fundamentais da integridade científica: (a) rigor metodológico na seleção, análise e interpretação das fontes; (b) transparência quanto aos critérios de inclusão e exclusão; (c) cuidado na apresentação dos dados de forma fidedigna, sem distorções, extrapolações indevidas ou uso inadequado de informações; (d) reconhecimento apropriado da autoria intelectual mediante referências completas, conforme as normas da ABNT.

Por tratar-se de tema que envolve tecnologias emergentes de neuromodulação, implicações éticas e potenciais aplicações em contextos competitivos, este estudo adota postura de respeito à bioética, especialmente aos princípios de autonomia, beneficência, não maleficência e justiça, reconhecendo que a construção de conhecimento nessa área implica responsabilidade social. A análise crítica do fenômeno do neurodoping e de seus impactos regulatórios, filosóficos e morais buscou contribuir de forma ética para o debate científico, preservando a integridade do discurso acadêmico e evitando recomendações não fundamentadas em evidências.

Ainda que isenta de avaliação por CEP, esta pesquisa foi conduzida em conformidade com os valores fundamentais da ética em pesquisa e com o compromisso de promover conhecimento responsável, transparente e socialmente relevante.

REFERÊNCIAS

ANGIUS, L.; HOPKER, J.; MAUGER, A. R. **The ergogenic effects of transcranial direct current stimulation on exercise performance.** *Frontiers in Physiology*, v. 8, p. 90, 2017. DOI: 10.3389/fphys.2017.00090.

HAMILTON, R. H. *et al.* **Rethinking the thinking cap: ethics of neural enhancement using noninvasive brain stimulation.** *Neurology*, v. 76, n. 3, p. 187-193, 2011. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318205d50d.

HANNAH, R. *et al.* **Direction of TDCS current flow in human sensorimotor cortex influences behavioural learning.** *Brain Stimulation*, v. 12, n. 3, p. 684-692, 2019. DOI: 10.1016/j.brs.2019.01.016.

HILDT, E.; LIEB, K.; FRANKE, A. G. **Life context of pharmacological academic performance enhancement among university students: a qualitative approach.** *BMC Medical Ethics*, v. 15, n. 23, 2014. DOI: 10.1186/1472-6939-15-23.

HOLGADO, D. *et al.* **Zapping the brain to enhance sport performance? An umbrella review of the effect of transcranial direct current stimulation on physical performance.** *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 164, p. 105821, 2024. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2024.105821.

JANGWAN, N. S. *et al.* **Brain augmentation and neuroscience technologies: current applications, challenges, ethics and future prospects.** 2022.

LATTARI, E. *et al.* **Can transcranial direct current stimulation improve muscle power in individuals with advanced weight-training experience?** *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 1, p. 97-103, 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001956.

LAVAZZA, A. **Transcranial electrical stimulation for human enhancement and the risk of inequality: prohibition or compensation?** *Bioethics*, v. 32, n. 1, p. 32-40, 2018. DOI: 10.1111/bioe.12401.

LEFAUCHEUR, J.-P. *et al.* **Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): an update (2014-2018).** *Clinical Neurophysiology*, v. 131, n. 2, p. 474-528, 2020. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.

MACHADO, S. *et al.* **Could tDCS be a potential performance-enhancing tool for acute neurocognitive modulation in eSports? A perspective review.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 7, p. 3678, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18073678.

MAIER, M. J. *et al.* **Stakeholder perspectives on non-invasive brain stimulation.** *Scientific Reports*, v. 14, p. 28592, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-79118-3.

MONTENEGRO, R. A. *et al.* **Transcranial direct current stimulation influences the cardiac autonomic nervous control.** 2011. *Neuroscience Letters*, v. 497, n. 1, p. 32-36, 2011].

MORYA, E. *et al.* **Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes.** *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 16, n. 1, p. 141, 2019. DOI: 10.1186/s12984-019-0581-1.

OKANO, A. H. *et al.* **Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise.** *British Journal of Sports Medicine*, 2013. [Epub ahead of print: 27 fev. 2013; verificação cruzada com versão final 2015 (v. 49, n. 18, p. 1213-1218)].

OKANO, A. H. *et al.* **D. Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 18, p. 1213-1218, 2015. DOI: 10.1136/bjsports-2012-091658.

PATEL, R. *et al.* **Neuroenhancement in surgeons: benefits, risks and ethical dilemmas.** *British Journal of Surgery*, v. 107, n. 8, p. 946-950, 2020. DOI: 10.1002/bjs.11616.

PETERSEN, T. S.; LIPPERT-RASMUSSEN, K. **Doping, fairness, and unequal responsiveness: a response to Lavazza.** *Bioethics*, v. 35, n. 8, p. 749-754, 2021. DOI: 10.1111/bioe.12909.

POPESCU, S.-C. *et al.* **Skin lesions as signs of neuroenhancement in sport.** *Brain Sciences*, v. 15, n. 3, p. 315, 2025. DOI: 10.3390/brainsci15030315.

SCHMIED, A. *et al.* **M. Acceptability of neuroscientific interventions in education.** *Science and Engineering Ethics*, v. 27, n. 4, p. 52, 2021. DOI: 10.1007/s11948-021-00328-3.

TRICCO, A. C. *et al.* **PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation.** *Annals of Internal Medicine*, v. 169, n. 7, p. 467-473, 2018. DOI: 10.7326/M18-0850.

VITOR-COSTA, M. *et al.* **R. Improving cycling performance: transcranial direct current stimulation increases time to exhaustion in cycling.** *PLoS ONE*, v. 10, n. 12, e0144916, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0144916.

WEXLER, A. **The practices of do-it-yourself brain stimulation: implications for ethical considerations and regulatory proposals.** *Journal of Medical Ethics*, v. 42, n. 4, p. 211-215, 2016. DOI: 10.1136/medethics-2015-102704.

YU, C.-L. *et al.* **The effect of EEG neurofeedback training on sport performance: a systematic review and meta-analysis.** *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 35, n. 5, e70055, 2025. DOI: 10.1111/sms.70055.

APÊNDICE A:
Autorização para depósito em repositório

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPÍ – REPOSITÓRIO DA BIBLIOTECA
DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPÍ**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO ELETRÔNICAS DE TESES,
DISSERTAÇÕES E TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO NO REPOSITÓRIO
INSTITUCIONAL DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPÍ**

1. Identificação do Material Bibliográfico:

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo

2. Identificação do Trabalho Científico:

Curso de Graduação: BACHARELADO EM MEDICINA

Título: NEUROÉTICA DO NEURODOPING: IMPLICAÇÕES ÉTICAS E REGULATÓRIAS
DO USO DE NEUROMODULAÇÃO NÃO INVASIVA NA PERFORMANCE ESPORTIVA

Data da Defesa: 29/5/2026

3. Identificação da Autoria:

Autores: DAVID TAYLOR GOMES LEAL, HEMERSON DANIEL FERNANDES DE SOUSA,
JOÃO VITOR DA SILVA ALMEIDA e JONNAELVIS PEREIRA SILVA

Orientadora: PROF.^a ME. SANDRA TUANY ALVES DE MORAIS

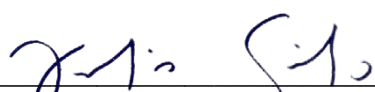
Membros da Banca: PROF.^a ME. SANDRA TUANY ALVES DE MORAIS (Presidente),
PROF. DR. GUSTAVO SOUSA NOLETO (1º Examinador), PROF. ME. ANTONIO ROSA
DE SOUSA NETO (2º Examinador)

AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DA BIBLIOTECA

Autorizo ao Centro Universitário UNINOVAFAPÍ a disponibilizar gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da publicação supracitada, de minha autoria, em seu repositório, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão pela Internet, a título de divulgação da produção científica gerada pela Centro Universitário a partir desta data. Ainda por este termo, eu, abaixo assinado, assumo a responsabilidade de autoria do conteúdo do referido trabalho científico, estando ciente das sanções legais previstas referentes ao plágio.

Teresina – PI, **24/6/2026**

Assinatura do Autor:



JONNAELVIS PEREIRA SILVA

ANEXO A:
Declaração de correção ortográfica

DECLARAÇÃO DE REVISÃO ORTOGRÁFICA

Eu, **MICHELLY LOIOLA BRANDIM**, professora licenciada em Letras-Português pela Universidade Estadual do Piauí, devidamente reconhecida pelo Ministério de Educação, declaro para os devidos fins de direito que realizei a correção ortográfica do TCC “**NEUROÉTICA DO NEURODOPING: IMPLICAÇÕES ÉTICAS E REGULATÓRIAS DO USO DE NEUROMODULAÇÃO NÃO INVASIVA NA PERFORMANCE ESPORTIVA**” apresentado ao curso de Medicina como requisito para obtenção do título médico. Declaro ainda que o presente trabalho se encontra de acordo com as normas ortográficas e gramaticais vigentes.

Teresina – PI, 10 de junho de 2026.

Documento assinado digitalmente
 **MICHELLY LOIOLA BRANDIM**
Data: 15/06/2026 07:03:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MICHELLY LOIOLA BRANDIM
ASSINADO DIGITALMENTE

ANEXO B:
Relatório de plágio



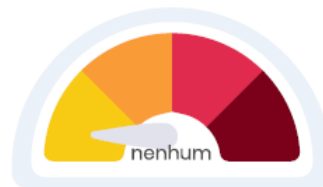
Relatório

TCC – Neuroética e neurodoping.docx

SIMILARIDADE



RISCO



Nenhuma semelhança encontrada, nenhuma preocupação.

Plagium verificou 769 sentenças e encontrou documentos que foram analisados e comparados com o texto que você enviou. No entanto, eles não fazem uso do texto que você enviou.



DOCUMENTO

[f85841a4-ccee-4353-bfc8-e11722c94224](#)

DATA

24/06/2026