

A NEUROERGONOMIA NA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, ABORDAGENS E EVOLUÇÃO

**Paulo Henrique da Nóbrega Rocha^a, Maria Christine Werba Saldanha^b, Luiz
Bueno da Silva^c**

^a Universidade Federal da Paraíba/PPGEPS, João Pessoa - PB, Brasil, paulohnr@gmail.com

^b Universidade Federal da Paraíba/DEP/PPGEPS, João Pessoa - PB, Brasil,
mcws@academico.ufpb.br

^c Universidade Federal da Paraíba/DEP/PPGEPS, João Pessoa - PB, Brasil, bueno@ct.ufpb.br

Resumo

A neuroergonomia, um campo interdisciplinar que integra neurociência, ergonomia e psicologia cognitiva, emergiu como uma resposta à crescente complexidade da interação humano-tecnológica. Esta revisão sistemática tem como objetivo mapear as diversas conceituações da neuroergonomia na literatura acadêmica, analisar as abordagens teóricas e metodológicas predominantes e identificar as transformações desse campo ao longo do tempo. A metodologia consistiu em uma revisão sistemática da literatura com análise de conteúdo qualitativa dos principais artigos e obras seminais. Os resultados delineiam a evolução histórica da neuroergonomia, desde sua formalização por Raja Parasuraman, e examinam temas centrais como carga mental, vigilância e interfaces cérebro-computador (BCIs), destacando a transição de modelos psicológicos abstratos para explicações baseadas em mecanismos neurobiológicos. As principais ferramentas, como a eletroencefalografia (EEG), a espectroscopia funcional no infravermelho próximo (fNIRS) e a ressonância magnética funcional (fMRI), são comparadas, evidenciando a crescente importância de abordagens multimodais e de Mobile Brain/Body Imaging (MoBI). Como principal contribuição, o artigo explora debates sobre validade ecológica, desafios na interpretação de dados e cruciais considerações éticas. Conclui-se que a neuroergonomia é um campo vibrante, cuja maturidade dependerá do equilíbrio contínuo entre rigor científico, relevância prática e responsabilidade ética para projetar sistemas em harmonia com o cérebro humano.

Palavras-chave: Neuroergonomia; Fatores Humanos; Carga Mental; Interface Cérebro-Computador; Neuroimagem.

1. Introdução

A neuroergonomia representa uma fronteira científica dinâmica e em expansão, situada na confluência da neurociência, da ergonomia e da psicologia cognitiva (Mehta et al., 2023). Seu surgimento e desenvolvimento são impulsionados pela necessidade premente de compreender e otimizar a interação humana com sistemas cada vez mais complexos em ambientes do mundo real, como os encontrados na Indústria 4.0, em sistemas de transporte

semiautônomos e em interfaces de realidade virtual e aumentada (Ayaz; Dehais, 2021). Em uma era marcada pela transição do ser humano de um controlador manual para um supervisor de sistemas ricos em informação, a demanda cognitiva aumentou drasticamente, tornando imperativo "olhar para dentro do cérebro" para compreender e aprimorar o desempenho humano (Gramann et al., 2021). Essa abordagem neurocientífica preenche uma lacuna deixada pelas metodologias ergonômicas tradicionais, que se focavam predominantemente em medidas comportamentais (tempo de reação, taxa de erro) e relatos subjetivos (escalas de avaliação).

A neuroergonomia é formalmente definida como o campo que aplica os princípios e métodos da neurociência para investigar as bases neurais e fisiológicas do desempenho humano em contextos laborais e cotidianos (Parasuraman, 2003). O cerne desta disciplina reside na aplicação do conhecimento sobre o cérebro para projetar sistemas, tarefas e ambientes que sejam não apenas eficientes, mas também seguros e compatíveis com as capacidades e limitações cognitivas e físicas do ser humano (Ayaz; Dehais, 2021). Em essência, busca-se adaptar a tecnologia ao cérebro, e não o contrário.

Com o avanço de sensores portáteis e da inteligência artificial, o escopo da neuroergonomia tem ultrapassado seus domínios clássicos, como a aviação e o controle de tráfego aéreo, permeando novas áreas de aplicação (Dehais et al., 2019). Nesse panorama, despontam estudos em campos promissores para análises neuroergonômicas. A Indústria 5.0, por exemplo, destaca-se por valorizar a colaboração entre humanos e robôs, além do bem-estar do operador (Alves et al., 2023), oferecendo um terreno fértil para explorar as dinâmicas neurais e cognitivas no ambiente de trabalho.

Do mesmo modo, o crescente interesse na criação de ambientes laborais inclusivos, voltados a atender às necessidades de indivíduos neurodivergentes (Hutson; Hutson, 2023; Twumasi; Burton, 2024), abre novas possibilidades para o uso de princípios neuroergonômicos no projeto de espaços que respeitem diferentes estilos cognitivos. Além disso, interações complexas entre humanos e máquinas, como a transição de controle em veículos semiautônomos, impõem elevada carga cognitiva ao condutor (Broadbent et al., 2023; Zhang et al., 2022), tornando-se situações ideais para avaliação neuroergonômica. Também merece destaque o uso de treinamentos imersivos com realidade virtual (RV), aplicados à reabilitação e aquisição de habilidades (Olana et al., 2025; Slosar et al., 2023), os quais oferecem oportunidades para estudar os correlatos neurais da aprendizagem e do desempenho em ambientes simulados.

Esta revisão sistemática tem como objetivo mapear as diversas conceituações da neuroergonomia na literatura acadêmica, analisar as abordagens teóricas e metodológicas predominantes e identificar as transformações desse campo ao longo do tempo. A finalidade é contribuir para uma compreensão mais aprofundada da neuroergonomia, evidenciando suas diferentes interpretações e caminhos metodológicos. Ao destacar sua evolução, desde as contribuições seminais até os debates atuais e as fronteiras futuras, busca-se fomentar discussões sobre como essa área pode continuar se desenvolvendo e impactando os diversos contextos de aplicação.

2. Material e Métodos

A presente pesquisa foi conduzida como uma revisão sistemática da literatura (RSL), desenvolvida com o intuito de identificar, analisar e sintetizar o conhecimento científico sobre a neuroergonomia. A estruturação da pesquisa foi desenvolvida em três etapas principais – (i) planejamento e compilação dos dados bibliométricos; (ii) filtragem; e (iii) visualização e síntese dos resultados – segue um protocolo sistemático que visa garantir o rigor e a transparência do processo, um princípio fundamental das RSLs (Tranfield; Denyer; Smart, 2003).

A fase de planejamento iniciou-se com um estudo exploratório para delimitar o escopo do trabalho e definir os termos de busca mais adequados. A busca foi direcionada a artigos científicos e livros seminais em quatro bases de dados eletrônicas de grande relevância acadêmica: *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* e *IEEE Xplore*, que fundamentam e representam a evolução do campo. Para garantir a abrangência, foram realizadas combinações de termos (Quadro 1) que refletem os pilares da neuroergonomia. Não foi estabelecida uma restrição de período de tempo para a busca, a fim de capturar tanto os trabalhos pioneiros quanto os mais contemporâneos.

Quadro 1 – Termos de busca utilizados

Grupo	Termos de Busca (em inglês e português)
Área Principal	"Neuroergonomics" OR "Neuroergonomia"
Disciplinas Relacionadas	AND ("Human Factors" OR "Fatores Humanos" OR "Cognitive Ergonomics" OR "Ergonomia Cognitiva" OR "Cognitive Neuroscience" OR "Neurociência Cognitiva")
Construtos e Aplicações	AND ("Mental Workload" OR "Carga Mental" OR "Vigilance" OR "Vigilância" OR "Brain-Computer Interface" OR "Interface Cérebro-Computador" OR "Neuroimaging" OR "Neuroimagem")

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Após a compilação inicial dos dados, foi realizada uma etapa de filtragem para refinar a amostra. O processo de seleção seguiu as diretrizes PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Page et al., 2021), conforme detalhado no Quadro 2.

Quadro 2 – Fluxograma do Processo de Seleção de Artigos (Conforme PRISMA)

Fase	Ação	Nº de Artigos
Identificação	Registros identificados nas bases de dados (<i>Scopus</i> , <i>Web of Science</i> , <i>PubMed</i> e <i>IEEE Xplore</i>)	632
	Registros após remoção de duplicatas	515
Triagem	Registros triados por título e resumo	515
	Registros excluídos na triagem	412
Elegibilidade	Artigos completos avaliados para elegibilidade	103
	Artigos excluídos com justificativas (e.g., foco puramente clínico, artigo de conferência, desalinhamento temático)	80
Inclusão	Estudos incluídos na síntese qualitativa (amostra final)	27

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para a seleção dos trabalhos mais alinhados ao objetivo da pesquisa, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão detalhados no Quadro 3, uma prática que assegura a transparência e a objetividade do processo de seleção (Tranfield; Denyer; Smart, 2003). O processo de seleção envolveu a leitura e análise dos títulos e resumos. Em seguida, os artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra para verificar sua aderência final aos critérios estabelecidos, resultando na amostra de artigos que compõem o corpo de análise desta revisão.

Quadro 3 – Critérios de inclusão e exclusão

Critério	Inclusão	Exclusão
Tipos de documento	Artigos de periódicos revisados por pares e livros seminais	Artigos de conferências, teses, dissertações e literatura cinzenta
Língua	Inglês e Português	Outras línguas
Alinhamento do tópico de pesquisa	Artigos apresentando aspectos conceituais, metodológicos, aplicados, debates éticos e a evolução histórica da neuroergonomia	Estudos com foco puramente clínico (sem relação com trabalho ou interação humano-tecnológica) ou que abordam apenas superficialmente os temas de interesse

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para a análise da amostra final, foi empregada a Análise de Conteúdo, conforme a abordagem metodológica de Bardin (2016). A análise foi conduzida por meio de uma

abordagem qualitativa, com o objetivo de classificar o conteúdo em categorias temáticas para facilitar a interpretação e a síntese dos achados. A escolha pela Análise de Conteúdo justifica-se por ser um método que permite uma exploração sistemática e objetiva dos textos, indo além de uma leitura superficial. O rigor proposto por Bardin (2016), através das fases de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, oferece um caminho estruturado para a categorização e interpretação dos dados, fundamental para atender aos objetivos desta revisão.

Em um primeiro momento, foi realizada uma síntese para delinear a evolução histórica do campo. Em seguida, a análise aprofundou-se nas principais abordagens, que foram classificadas em: Temas Centrais de Pesquisa; Ferramentas Metodológicas; e Debates, Lacunas e Direções Futuras. Essa sistematização permitiu apresentar uma visão panorâmica sobre o estado da arte e discutir criticamente suas tendências.

3. Resultados

Os resultados estão organizados de forma a apresentar a conceituação e o percurso histórico da neuroergonomia e, em seguida, as abordagens teóricas e metodológicas que predominam no campo.

3.1. Conceituação e Evolução Histórica

A neuroergonomia não surgiu de forma isolada, mas evoluiu organicamente da convergência de três campos principais: psicologia cognitiva, neurociência e fatores humanos/ergonomia (Parasuraman, 2003). Historicamente, a ergonomia mantinha uma certa distância da neurociência, mas o avanço e a crescente acessibilidade de técnicas de neuroimagem não invasivas, como o eletroencefalograma (EEG) e a espectroscopia funcional de infravermelho próximo (fNIRS), foram catalisadores para a mudança deste paradigma (Parasuraman; Rizzo, 2007). O estabelecimento do campo é amplamente atribuído ao Professor Raja Parasuraman, que não apenas cunhou o termo "neuroergonomia" no final do século XX, mas também desempenhou um papel crucial em sua conceituação e promoção (Parasuraman; Wilson, 2008).

Os objetivos primários da neuroergonomia, conforme Parasuraman (2003), são duplos e inter-relacionados: um objetivo aplicado, que visa utilizar o conhecimento sobre a função cerebral para conceber e otimizar tecnologias e ambientes de trabalho, visando aumentar a segurança, a eficiência e o bem-estar; e um objetivo fundamental, que busca avançar na compreensão dos mecanismos cerebrais que subjazem ao desempenho humano em situações

reais e complexas. Esses dois propósitos mantêm uma relação simbiótica (Parasuraman, 2003). O progresso na compreensão fundamental fornece a base científica para intervenções ergonômicas mais eficazes. Reciprocamente, os desafios práticos encontrados na aplicação expõem lacunas no conhecimento, estimulando novas investigações fundamentais. Este ciclo iterativo de descoberta e aplicação é um motor crucial para a progressão do campo.

3.2. Abordagens Teóricas e Metodológicas Predominantes

A pesquisa em neuroergonomia abrange uma vasta gama de tópicos, com alguns temas se destacando por sua proeminência e evolução, como a carga mental, a vigilância, a automação adaptativa e as interfaces cérebro-computador.

A carga mental (*mental workload*) é um dos construtos mais investigados no campo, fundamental para a prevenção de erros humanos em domínios críticos como aviação e controle de tráfego aéreo (Parasuraman, 2003). A conceituação da carga mental evoluiu notavelmente. Modelos iniciais, como o de recursos atencionais de Kahneman e o de múltiplos recursos de Wickens, postulavam uma capacidade limitada de processamento da informação. Contudo, abordagens neuroergonômicas mais recentes buscam transcender a metáfora dos "recursos limitados", focando em mecanismos neurobiológicos específicos, como a neuromodulação do córtex pré-frontal por dopamina e noradrenalina, a dinâmica de redes neurais atencionais e os sistemas de monitoramento de erro no córtex cingulado anterior (Dehais et al., 2020).

A capacidade de manter a atenção prolongada (vigilância) e resistir à fadiga é igualmente crucial para a segurança. A pesquisa evoluiu de uma abordagem descritiva para uma mais proativa, que busca não apenas descrever, mas prever estados de baixa vigilância e desenvolver intervenções em tempo real, como sistemas de automação adaptativa acionados por sinais neurais (Parasuraman; Wilson, 2008).

A automação adaptativa (AA) representa uma aplicação paradigmática dos princípios neuroergonômicos, envolvendo a alocação dinâmica de funções entre o operador e o sistema com base em uma avaliação contínua do estado do operador, inferido por meio de medidas neurofisiológicas como eletroencefalografia (EEG) (Aricò et al., 2016). Já as interfaces cérebro-computador (BCIs) evoluíram de ferramentas puramente assistivas para sistemas que podem aumentar a capacidade humana em contextos diversos. Um foco crescente são as BCIs passivas (pBCIs), que monitoram continuamente a atividade cerebral para inferir, de forma não intrusiva, estados mentais como carga cognitiva e estresse, ajustando sistemas em tempo real (Valeriani; Matran-Fernandez, 2018).

A capacidade da neuroergonomia de investigar o cérebro depende crucialmente de suas ferramentas, principalmente das técnicas de neuroimagem. Cada técnica possui um perfil único de resolução espacial e temporal, custo e portabilidade, conforme resumido no Quadro 4.

Quadro 4 – Comparativo das Principais Técnicas de Neuroimagem em Neuroergonomia

Característica	Eletroneurografia (EEG/ERP)	Ressonância Magnética Funcional (fMRI)	Espectroscopia Funcional no Infravermelho Próximo (fNIRS)
Princípio Básico	Mede campos elétricos gerados pela atividade neuronal	Mede mudanças no fluxo sanguíneo (sinal BOLD)	Mede mudanças na concentração de oxi e desoxi-hemoglobina
Resolução Temporal	Excelente (ms)	Ruim (s)	Boa (sub-s a s)
Resolução Espacial	Ruim a moderada	Excelente (mm)	Moderada (cm)
Portabilidade/Ecologia	Boa a excelente	Ruim	Boa a excelente
Vantagens Principais	Alta resolução temporal, baixo custo, portabilidade	Alta resolução espacial, mapeamento de redes profundas	Bom equilíbrio resolução/portabilidade, tolerância a movimento
Desvantagens	Baixa resolução espacial, suscetível a artefatos	Caro, restritivo, ambiente artificial, sinal indireto	Profundidade limitada, resolução espacial inferior à fMRI
Aplicações Típicas	Carga mental, vigilância, fadiga, BCIs, AA, MoBI	Mapeamento de funções cognitivas em laboratório	Carga mental, vigilância, MoBI, HRI

Fonte: Adaptado de Parasuraman (2003) e Parasuraman e Wilson (2008)

Uma força motriz na evolução metodológica tem sido o impulso em direção a sensores cada vez mais portáteis e vestíveis, adequados para uso em ambientes operacionais. Isso levou ao desenvolvimento de abordagens como Mobile Brain/Body Imaging (MoBI), que envolve o registro síncrono da atividade cerebral, do comportamento e de outros sinais fisiológicos enquanto os participantes se movem livremente (Gramann et al., 2017). O MoBI visa estudar o cérebro "em estado selvagem" (*in the wild*), concretizando a visão original da neuroergonomia de investigar o desempenho em contextos realistas.

Reconhecendo que nenhuma técnica é perfeita, há uma tendência crescente para abordagens multimodais, combinando múltiplas modalidades de neuroimagem (e.g., EEG-fNIRS) ou integrando dados neurais com outras medidas fisiológicas (e.g., ECG, EDA) e comportamentais. A lógica é que diferentes medidas fornecem informações complementares,

levando a uma avaliação mais robusta e holística do estado do operador (Bourguignon et al., 2022).

3.3. Desafios, Limitações e Perspectivas Futuras da Neuroergonomia

A análise dos resultados obtidos nesta revisão sistemática permite não apenas retomar os principais achados, mas também posicioná-los criticamente diante dos debates contemporâneos e das lacunas persistentes no campo da neuroergonomia. As conceituações e abordagens mapeadas evidenciam que o amadurecimento da área ocorre em paralelo ao avanço das ferramentas neurocientíficas e à intensificação da demanda por aplicações em contextos operacionais cada vez mais complexos.

A evolução da neuroergonomia não ocorreu sem debates vigorosos e desafios significativos. Um dos maiores é a transição de estudos de laboratório para os ambientes complexos e dinâmicos do mundo real (Mehta et al., 2023). Ambientes operacionais introduzem artefatos de movimento que contaminam os sinais neurais e uma miríade de fatores de confusão. O campo enfrenta um "paradoxo da validade ecológica": quanto mais realista o ambiente, maior a dificuldade em exercer controle experimental e obter sinais limpos e interpretáveis (Wascher et al., 2023).

Outro ponto central de debate diz respeito à interpretação dos dados neurais, especialmente diante do desafio da chamada “inferência reversa”, que ocorre quando se tenta deduzir um estado mental a partir da ativação de uma determinada região cerebral. Esse procedimento é considerado problemático, uma vez que a maioria das regiões cerebrais é multifuncional (Serra, 2022). Além disso, grande parte das técnicas utilizadas permite apenas a identificação de correlações, sem estabelecer relações de causa e efeito. Para superar essa limitação, tornam-se cada vez mais relevantes as técnicas de intervenção, como a estimulação magnética transcraniana (TMS), que permitem investigar com maior precisão os vínculos causais.

A capacidade de monitorar e modular a atividade cerebral levanta profundas questões éticas (Hancock; Szalma, 2003). A perspectiva de tecnologias que podem "ler" estados cognitivos levanta o espectro da vigilância e a questão da privacidade mental ("neuroprivacidade") (Musole, 2025). No local de trabalho, dados sobre fadiga ou atenção poderiam ser usados para fins de avaliação de desempenho, levantando questões de justiça e discriminação. Há um consenso sobre a necessidade de desenvolver diretrizes éticas e

legislação específica para orientar o desenvolvimento responsável da neurotecnologia (Brouwer, 2021).

Apesar dos avanços, diversas lacunas persistem e apontam para áreas de pesquisa futura. A literatura carece de validação de achados de laboratório no mundo real, de integração robusta de dados multimodais, de padronização metodológica que dificulta a replicação de estudos, e de pesquisas com populações mais diversas (Bourguignon et al., 2022; Krueger; Wiese, 2021). Sugestões para pesquisas futuras incluem o desenvolvimento de sensores mais robustos aliados à inteligência artificial para processamento de sinais, o avanço de sistemas neuroadaptativos, a expansão para novos domínios como a Indústria 5.0 e a neuroergonomia social, e a investigação de mecanismos causais com o uso combinado de neuroimagem e técnicas de estimulação cerebral (Kargarandehkordi et al., 2025; Ricci et al., 2025).

4. Conclusões

Este artigo sintetiza a evolução conceitual e metodológica da neuroergonomia, preenchendo lacunas deixadas por revisões especializadas. Ao integrar aspectos históricos, aplicações práticas e questões éticas, oferece uma perspectiva abrangente que fortalece a consolidação do campo e orienta pesquisadores em diferentes níveis de atuação.

A neuroergonomia consolidou-se como um campo científico vibrante e essencial, preenchendo a lacuna entre a neurociência e a ergonomia ao buscar entender o cérebro em contextos de trabalho e aplicar esse conhecimento para o *design* de sistemas mais seguros e eficientes. Sua evolução foi marcada por avanços em neuroimagem e pela crescente complexidade tecnológica, impulsionando a pesquisa sobre carga mental, vigilância e automação para além de medidas comportamentais, em direção a mecanismos neurobiológicos. A transição para estudos em ambientes naturalistas com MoBI e sensores vestíveis, embora desafiadora, representa a materialização da visão fundamental do campo.

No entanto, a neuroergonomia continua a navegar por debates importantes sobre a interpretação de dados, a validade ecológica e, crucialmente, as implicações éticas de suas tecnologias. As lacunas atuais na literatura, desde a falta de padronização até a necessidade de mais estudos longitudinais e multimodais, definem as fronteiras ativas da pesquisa. Em síntese, a trajetória da neuroergonomia é de crescimento e refinamento. O seu impacto futuro dependerá da capacidade contínua de equilibrar rigor científico, relevância prática e responsabilidade ética. Ao traduzir continuamente os saberes sobre o cérebro em ação para soluções inovadoras, a neuroergonomia revela um potencial transformador na interface humano-tecnológica,

projetando um futuro em que sistemas e ambientes operacionais estejam verdadeiramente alinhados ao funcionamento neural e às capacidades cognitivas humanas.

Referências bibliográficas

- ALVES, Sara et al. The Importance of Human Factors in the Industry 4.0: A Systematic Review. **Processes**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 193, jan. 2023. DOI: 10.3390/pr11010193. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/11/1/193>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- ARICÒ, Pietro et al. Adaptive Automation Triggered by EEG-Based Mental Workload Index: A Passive Brain-Computer Interface Application in Realistic Air Traffic Control Environment. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 10, p. 539, out. 2016. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00539. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2016.00539/full>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- AYAZ, Hasan; DEHAIS, Frédéric. Neuroergonomics. In: SALVENDY, Gavriel; KARWOWSKI, Waldemar (ed.). **Handbook of Human Factors and Ergonomics**. 5. ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2021. cap. 31.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Edição revista e ampliada. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BOURGUIGNON, Nicolas J. et al. Bimodal EEG-fNIRS in Neuroergonomics. Current Evidence and Prospects for Future Research. **Frontiers in Neuroergonomics**, [s. l.], v. 3, p. 934234, ago. 2022. DOI: 10.3389/fnrgo.2022.934234. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnrgo.2022.934234/full>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- BROADBENT, Ewan. Is neurodiversity a useful concept for occupational psychology? A narrative review. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, [s. l.], v. 96, n. 1, p. 1-27, mar. 2023. DOI: 10.1111/joop.12423. Disponível em: <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joop.12423>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- BROUWER, Anne-Marie. Challenges and Opportunities in Consumer Neuroergonomics. **Frontiers in Neuroergonomics**, [s. l.], v. 2, p. 606646, mar. 2021. DOI: 10.3389/fnrgo.2021.606646. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnrgo.2021.606646/full>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- DEHAIS, Frédéric et al. A Neuroergonomics Approach to Mental Workload, Engagement and Human Performance. **Frontiers in Neuroscience**, [s. l.], v. 14, p. 268, abr. 2020. DOI: 10.3389/fnins.2020.00268. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.00268/full>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- DEHAIS, Frédéric et al. Monitoring pilot's mental workload using ERPs and spectral power with a six-dry-electrode EEG system in real flight conditions. **Sensors**, Basel, v. 19, n. 6, p. 1324, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s19061324>. Acesso em: 02 jul. 2025.
- GRAMANN, Klaus et al. Editorial: Trends in Neuroergonomics. **Frontiers in Human Neuroscience**, [s. l.], v. 11, p. 165, abr. 2017. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00165. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00165/full>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- GRAMANN, Klaus; MAREK, Mark; GETZMANN, Stephan. Mobile Neuroimaging. **Frontiers in Neuroergonomics**, [s. l.], v. 2, p. 643969, abr. 2021. DOI:

10.3389/fnrgo.2021.643969. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/journals/neuroergonomics/articles/10.3389/fnrgo.2021.643969/full>. Acesso em: 2 jul. 2025.

HANCOCK, P. A.; SZALMA, J. L. The future of neuroergonomics. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, [s. l.], v. 4, n. 1-2, p. 238-249, jan. 2003. DOI:

10.1080/1463922021000029927. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1463922021000029927>. Acesso em: 6 jun. 2025.

HUTSON, Piper; HUTSON, James. Neurodiversity and inclusivity in the workplace: biopsychosocial interventions for promoting competitive advantage. **Journal of Organizational Psychology**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 1–16, jul. 2023. DOI:

10.33423/jop.v23i2.6159. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/372015769>. Acesso em: 02 jul. 2025.

KARGARANDEHKORDI, Ali et al. Fusing Wearable Biosensors with Artificial Intelligence for Mental Health Monitoring: A Systematic Review. **Biosensors**, Basel, v. 15, n. 4, p. 202, mar. 2025. DOI: 10.3390/bios15040202. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6374/15/4/202>. Acesso em: 20 jun. 2025.

KRUEGER, Frank; WIESE, Eva. Specialty Grand Challenge Article—Social Neuroergonomics. **Frontiers in Neuroergonomics**, [s. l.], v. 2, p. 654597, abr. 2021. DOI: 10.3389/fnrgo.2021.654597. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnrgo.2021.654597/full>. Acesso em: 20 jun. 2025.

MEHTA, Ranjana K. et al. 25 Years of Neuroergonomics: Will We Get to the Golden Jubilee? **Human Factors**, [s. l.], p. 1-25, fev. 2023. DOI: 10.1177/00187208231154212.

Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/00187208231154212>. Acesso em: 2 jul. 2025.

MUSOLE, Edward. The Role of Neurotechnology in Shaping Business Decisions: A Comprehensive Literature Review. **Open Journal of Business and Management**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 985–999, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ojbm.2025.132053>. Acesso em: 22 jun. 2025.

OLANA, Daniel et al. Neuroergonomics in the Age of Hybrid Intelligence: A Systematic Review. **Human–Machine Systems and Cybernetics**, [s. l.], p. 1–25, 2025. DOI:

10.1007/s44230-025-00160-3. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s44230-025-00160-3>. Acesso em: 2 jul. 2025.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, [s. l.], v. 372, p. n71, mar. 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>. Acesso em: 30 jul. 2025.

PARASURAMAN, Raja. Neuroergonomics: research and practice. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, [s. l.], v. 4, n. 1-2, p. 5-20, jan. 2003. DOI:

10.1080/14639220210199753. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14639220210199753>. Acesso em: 6 jun. 2025.

PARASURAMAN, Raja; RIZZO, Matthew (ed.). **Neuroergonomics: the brain at work**. New York: Oxford University Press, 2007.

PARASURAMAN, Raja; WILSON, Glenn F. Putting the brain to work: neuroergonomics past, present, and future. **Human Factors**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 468-474, jun. 2008. DOI: 10.1518/001872008X288349. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1518/001872008X288349>. Acesso em: 6 jun. 2025.

RICCI, Alessia et al. Understanding the Unexplored: A Review on the Gap in Human Factors Characterization for Industry 5.0. **Applied Sciences**, Basel, v. 15, n. 4, p. 1822, fev. 2025.

DOI: 10.3390/app15041822. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/4/1822>.

Acesso em: 22 jun. 2025.

SERRA, Daniel. Controversies Around Neuroeconomics: Empirical, Methodological and Philosophical Issues. **Revue de Philosophie Économique**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 135-193, 2022.

DOI: 10.3917/rpec.222.0135. Disponível em: [https://www.cairn.info/revue-de-philosophie-](https://www.cairn.info/revue-de-philosophie-economique-2022-2-page-135.htm)

[economique-2022-2-page-135.htm](https://www.cairn.info/revue-de-philosophie-economique-2022-2-page-135.htm). Acesso em: 22 jun. 2025.

SLOSAR, Jamie L. et al. Mobile Neuroergonomics for the Assessment of Brain Health and Performance in Clinical Populations: A Scoping Review. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [s. l.], v. 15, p. 1169683, mar. 2023. DOI: 10.3389/fnagi.2023.1169683. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2023.1169683/full>. Acesso em: 2 jul. 2025.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review.

British Journal of Management, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 207-222, set. 2003. DOI:

10.1111/1467-8551.00375. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8551.00375>. Acesso em: 22 jun. 2025.

TWUMASI, Ricardo; BURTON, Lewis. From margins to mainstream: embracing neurodiverse needs for an inclusive workplace. **Ought: The Journal of Autistic Culture**, Grand Valley State University, v. 6, n. 1, p. 66-93, dez. 2024. Disponível em:

<https://scholarworks.gvsu.edu/ought/vol6/iss1/9>. Acesso em: 02 jul. 2025.

VALERIANI, Davide; MATRAN-FERNANDEZ, Ana. Past and Future of Multi-Mind Brain-Computer Interfaces. In: **Brain-Computer Interfaces Handbook**. Boca Raton: CRC Press, 2018. cap. 36, p. 685-700. DOI: 10.1201/9781315357913-36. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/322716058_Past_and_Future_of_Multi-Mind_Brain-Computer_Interfaces. Acesso em: 22 jun. 2025.

WASCHER, Edmund et al. Neuroergonomics on the Go: An Evaluation of the Potential of Mobile EEG for Workplace Assessment and Design. **Human Factors**, [s. l.], v. 65, n. 1, p. 86-106, fev. 2023. DOI: 10.1177/00187208211007707. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00187208211007707>. Acesso em: 22 jun. 2025.

ZHANG, Yu; ZHANG, Jingxian; WANG, Yun. A Systematic Review of Wearable Sensor-Based Mental Workload Assessment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 1834, fev. 2022. DOI: 10.3390/ijerph19031834.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/3/1834>. Acesso em: 2 jul. 2025.