

SUSTENTABILIDADE ERGONÔMICA: INTEGRAÇÃO ENTRE ERGONOMIA VERDE E DESIGN SUSTENTÁVEL

César Di Paula da Silva Pinheiro¹
Danielle do Socorro Nunes Campinas²
Ana Lorryanny Ramos Lima³
Ewerton Nascimento Silva⁴
Bruno Sosinho da Cunha⁵
Jean Pinheiro Chaves⁶

RESUMO: A sustentabilidade tem se tornado um imperativo global, exigindo que a ergonomia amplie seu foco tradicional para incluir aspectos ambientais e sociais. Surge assim o conceito de Ergonomia Verde, que integra fatores ecológicos ao design centrado no ser humano, alinhando bem-estar, eficiência e responsabilidade ambiental. Este artigo visa conduzir uma revisão bibliométrica da literatura sobre ergonomia verde e design sustentável, visando mapear a produção científica, identificar redes de colaboração, analisar aplicações práticas e discutir os desafios para a integração desses campos. Foi realizada uma revisão bibliométrica na base Scopus, considerando artigos publicados entre 2015 e 2024. A análise de coocorrência de palavras-chave foi feita com o software VOSviewer para identificar agrupamentos temáticos e tendências. Foram selecionados 132 artigos que revelaram cinco clusters principais: ergonomia clássica, sustentabilidade ambiental, tecnologias digitais, saúde ocupacional e ergonomia em ambientes de saúde. Observou-se uma evolução da ergonomia tradicional para abordagens integradas, que incluem sustentabilidade e inovação tecnológica. A integração entre ergonomia verde e design sustentável fortalece a relevância da ergonomia como ferramenta estratégica para sistemas produtivos mais responsáveis e eficientes. Modelos como Eco-Ergo e Sustainable System-of-Systems exemplificam essa convergência, que deve avançar com o desenvolvimento de métodos interdisciplinares e indicadores integrados.

Palavras-Chave: Fatores humanos; Ecodesign; Análise bibliométrica; Inovação Tecnológica; Saúde Ocupacional.

ERGONOMIC SUSTAINABILITY: INTEGRATION OF GREEN ERGONOMICS AND SUSTAINABLE DESIGN

ABSTRACT: Sustainability has become a global imperative, requiring ergonomics to broaden its traditional focus to include environmental and social aspects. This has given rise to the concept of Green Ergonomics, which integrates ecological factors into human-centered design, aligning well-being, efficiency, and environmental responsibility. This article aims to conduct a bibliometric review of the literature on green ergonomics and sustainable design, with the objective of mapping scientific production, identifying collaboration networks, analyzing practical applications, and discussing the challenges involved in integrating these fields. A bibliometric review was conducted using the Scopus database, considering articles published between 2015 and 2024. Keyword co-occurrence analysis was performed using the VOSviewer software in order to identify thematic clusters and trends. A total of 132 articles were selected, revealing five main clusters: classical ergonomics, environmental sustainability, digital technologies, occupational health, and ergonomics in healthcare environments. An evolution was observed from traditional ergonomics toward integrated approaches that incorporate sustainability and technological innovation. The integration between green ergonomics and sustainable design reinforces the relevance of ergonomics as a strategic tool for more responsible and efficient production systems. Models such as Eco-Ergo and Sustainable System-of-Systems exemplify this convergence, which is expected to advance through the development of interdisciplinary methods and integrated indicators.

Keywords: Human factors; Ecodesign; Bibliometric Analysis; Technological Innovation; Occupational Health.

¹Doutorando em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. E-mail: cezarpinheiro018@gmail.com.

²Doutoranda em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. E-mail: danielle.campinas@ufpa.edu.br.

³Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: analorryanny.rl@gmail.com.

⁴Esp. em Contabilidade, Gestão Tributária e Auditoria. Faculdade Estratego. E-mail: ewerton.contben@gmail.com.

⁵Engenheiro de Segurança do Trabalho. Faculdade Dom Alberto. E-mail: eng.civilbrunocunha@gmail.com.

⁶Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal do Pará. E-mail: engenheiro.jeanpc@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O cenário contemporâneo é caracterizado por desafios globais que exigem uma reavaliação dos modelos de produção e consumo, com a sustentabilidade consolidada como imperativo estratégico para a longevidade empresarial e social (THATCHER; YEOW, 2015). Nesse contexto, a Ergonomia – tradicionalmente focada no ajuste do trabalho e dos produtos às capacidades e limitações humanas para promover segurança, conforto e desempenho – precisa expandir seu escopo para além da tríade micro, meso e macroergonomia clássica. A necessidade de abordar questões como a escassez de recursos naturais, a poluição e a sustentabilidade a longo prazo exigem uma perspectiva sistêmica e integrada que transcenda os limites convencionais da disciplina (LANGE-MORALES *et al.*, 2024).

Dessa necessidade de ampliação surge o conceito de Ergonomia Verde (*Green Ergonomics*), que representa uma mudança de paradigma ao incorporar ativamente os fatores ambientais (ecológicos) e a dimensão social da sustentabilidade nos processos de projeto e gestão (THATCHER; YEOW, 2015). Paralelamente, o Design Sustentável atua como uma abordagem multidisciplinar que busca desenvolver produtos e sistemas com menor impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida (SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2019). A convergência dessas áreas é fundamental, pois é na etapa de design que se define a maior parte do impacto ambiental e do desempenho humano associado ao uso de um produto (LANGE-MORALES *et al.*, 2024). Essa integração dá origem ao novo campo da Sustentabilidade Ergonômica, que alinha o bem-estar e a eficiência humana com a responsabilidade ecológica e a gestão eficiente de recursos.

Embora a literatura já aponte a relevância dessa integração, há uma necessidade de mapear sistematicamente a produção científica que une esses domínios. Uma revisão bibliométrica é o método mais adequado para visualizar a evolução conceitual, as principais redes de colaboração e as lacunas temáticas, permitindo que pesquisadores e profissionais compreendam o estágio de maturidade do campo (LANGE-MORALES *et al.*, 2024). Tais análises são cruciais para direcionar futuras pesquisas e para a consolidação de modelos integradores, como o *Eco-Ergo* ou o *Sustainable System-of-Systems*, que buscam conciliar os requisitos ergonômicos e ambientais desde as fases iniciais do projeto.

Desta forma, o objetivo deste artigo é conduzir uma revisão bibliométrica da literatura sobre ergonomia verde e design sustentável, visando mapear a produção científica, identificar redes de colaboração, analisar aplicações práticas e discutir os desafios para a integração desses campos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa adotou uma abordagem bibliométrica com o objetivo de mapear a produção científica relacionada à integração entre ergonomia verde e design sustentável. Os dados foram extraídos da base Scopus, amplamente reconhecida por sua cobertura multidisciplinar e confiabilidade em avaliações de impacto científico.

A estratégia de busca foi construída com os seguintes termos: ("*green ergonomics*" OR "*ergonomic design*") AND ("*sustainable design*" OR "*sustainable workplaces*" OR "*human-centered design*"), combinados por operadores booleanos, a fim de refinar os resultados para estudos que abordam a ergonomia e o design sustentável em diferentes contextos.

A coleta dos dados foi realizada em outubro de 2025, considerando publicações no período compreendido entre janeiro de 2015 e dezembro de 2024. Os registros bibliográficos foram exportados em formato compatível com ferramentas de análise bibliométrica. O

design, *job analysis* e *machine design* evidencia o foco em segurança, conforto e desempenho (MOLZ *et al.*, 2024; GAO, 2024; WEATHERLY *et al.*, 2024; CORTES-CHAVEZ *et al.*, 2021). Sua posição central na rede sugere que a ergonomia tradicional atua como base metodológica para abordagens ampliadas, como sustentabilidade e inovação (ROSSI, 2019; THATCHER; YEOW, 2015), integrando princípios ergonômicos às fases iniciais do design arquitetônico (EILOUTI, 2023).

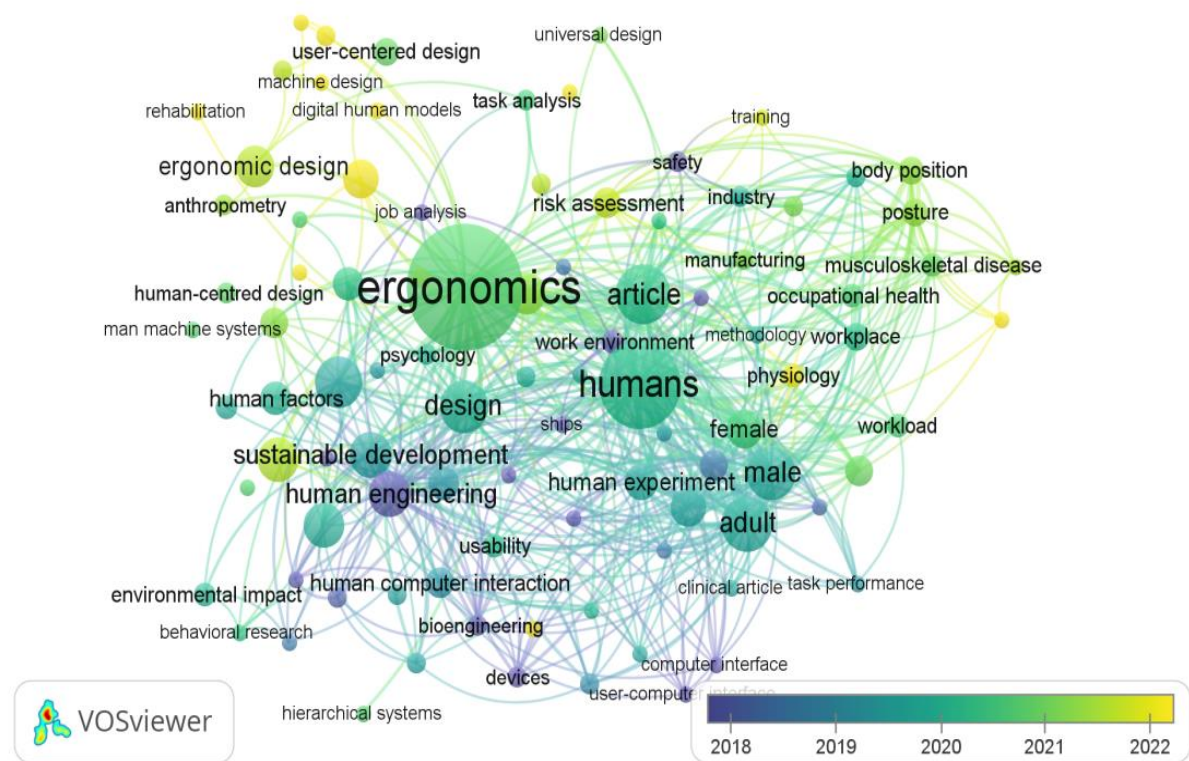
O Cluster 2 (verde), com 19 termos, reúne conceitos como *sustainability*, *ecodesign*, *environmental impact* e *sustainable development*, indicando uma ampliação da ergonomia para questões ambientais (PERUZZINI; PELLICCIARI, 2018; THATCHER; YEOW, 2015). A inclusão de termos como *decision making* e *industry 4.0* revela uma convergência entre sustentabilidade e tecnologia (GATTAMELATA; FARGNOLI, 2022; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2018), coerente com modelos que integram a ergonomia hierárquica com o tripé da sustentabilidade (THATCHER; YEOW, 2015). A relação com o cluster vermelho sugere a evolução do design centrado no ser humano para abordagens sistêmicas, como no modelo Eco-Ergo, que orienta o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental desde sua concepção (ROSSI, 2019; SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2019), como máquinas de lavar (SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2019).

O Cluster 3 (azul), também com 19 termos, abrange o uso de tecnologias digitais e métodos experimentais, como *virtual reality*, *artificial intelligence*, *automation* e *humans*. Essas ferramentas têm sido aplicadas na simulação e análise do desempenho humano em ambientes complexos (DEMIREL *et al.*, 2022; BERNARD *et al.*, 2020). A técnica *Digital Human Modeling* (DHM) destaca-se como recurso para testar cenários de design de forma virtual, reduzindo tempo e custos (DEMIREL *et al.*, 2022). Sua conexão com os clusters vermelho e verde indica uma integração entre ergonomia tradicional, inovação e sustentabilidade, com foco na redução de resíduos e no uso eficiente de recursos por meio de simulações digitais (BERNARD *et al.*, 2020; SHARMA *et al.*, 2022). A co-simulação, por sua vez, permite integrar modelos humanos e técnicos para produtos centrados no usuário (MOLZ *et al.*, 2024). Essa abordagem está alinhada à digitalização responsável, em conformidade com os princípios da Indústria 4.0 (BORTOLINI *et al.*, 2023; SUTARJA; PUTRA, 2022), como exemplifica a automação adaptativa (A3S), que ajusta em tempo real o posto de trabalho conforme as medidas do operador, promovendo segurança e eficiência (BORTOLINI *et al.*, 2023; SUTARJA; PUTRA, 2022).

O Cluster 4 (amarelo), com 17 termos, trata da saúde ocupacional e análise de riscos, reunindo termos como *occupational health*, *musculoskeletal disease*, *posture* e *workplace*. A prevenção de distúrbios osteomusculares e a melhoria do ambiente de trabalho continuam sendo temas relevantes (HASHEMI *et al.*, 2021; HUTABARAT *et al.*, 2022). Problemas persistentes, como desconforto térmico e iluminação inadequada em usinas, motivam propostas de melhoria mais eficazes e econômicas (HASHEMI *et al.*, 2021). A proximidade com o cluster vermelho evidencia a continuidade das abordagens tradicionais na avaliação ergonômica (GATTAMELATA; FARGNOLI, 2022; LIND *et al.*, 2020), com uso de ferramentas como RAMP II e normas ISO, voltadas à redução de riscos físicos (LIND *et al.*, 2020; GATTAMELATA; FARGNOLI, 2022). A ligação com o cluster verde reforça a incorporação da saúde ocupacional nas práticas sustentáveis, que buscam integrar bem-estar humano e proteção ambiental (LIN *et al.*, 2020; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2018). Isso evidencia a importância de indicadores integrados que avaliem, simultaneamente, os impactos ergonômicos e ambientais, valorizando o trabalhador como elemento-chave na sustentabilidade industrial (LIN *et al.*, 2020).

O Cluster 5 (roxo), com 13 termos, destaca a aplicação da ergonomia em ambientes organizacionais e de saúde, incluindo *ergonomic assessment*, *health care*, *usability*, *efficiency* e *work environment*. Esse grupo evidencia o avanço da ergonomia para além do setor industrial,

contribuindo para a qualidade de serviços e segurança em contextos clínicos e corporativos (BACCHIN *et al.*, 2022; JANACKOVIC; GROZDANOVIC, 2020). O Design Centrado no Ser Humano (HCD) tem sido essencial no desenvolvimento de dispositivos médicos mais funcionais e aceitos, como camas hospitalares e sistemas de anestesia, considerando as perspectivas de cuidadores e profissionais de saúde (BACCHIN *et al.*, 2022; WEATHERLY *et al.*, 2024). A conexão com os clusters azul e verde mostra como essas aplicações têm se beneficiado de tecnologias sustentáveis, promovendo práticas mais seguras e eficientes (CRAIK *et al.*, 2023; VAN VELSEN *et al.*, 2022). Soluções como *headsets* de EEG portáteis e acessíveis para reabilitação estão sendo desenvolvidas (CRAIK *et al.*, 2023), enquanto o design de *e-Health* requer abordagens éticas que considerem valores sensíveis e perspectivas mais inclusivas (VAN VELSEN *et al.*, 2022).



Nos primeiros anos do recorte analisado (2018–2019), predominam termos relacionados à ergonomia clássica, como *anthropometry*, *human factors*, *biomechanics*, *design* e *human engineering*. Essa prevalência aponta para um enfoque centrado nas dimensões físicas e biomecânicas do trabalho, refletindo a fase tradicional da ergonomia, voltada à adaptação dos sistemas às capacidades fisiológicas e cognitivas humanas, com ênfase na prevenção de distúrbios ocupacionais (LIND *et al.*, 2020; HUTABARAT *et al.*, 2022).

A partir de 2020, observa-se a introdução progressiva de conceitos ligados à sustentabilidade, inovação e digitalização. Termos como *sustainable development*, *environmental impact*, *usability* e *human computer interaction* ganham destaque, indicando uma ampliação do escopo da ergonomia para incluir temas ambientais e tecnológicos (LIN *et al.*, 2020; THATCHER; YEOW, 2015). Esses conceitos aparecem interligados aos núcleos *humans* e *ergonomics*, demonstrando que a sustentabilidade passou a ser abordada como uma extensão das práticas ergonômicas tradicionais, e não como um campo isolado.

Entre 2021 e 2022, o surgimento mais intenso de tons amarelados em termos como *occupational health*, *posture*, *body position*, *workplace* e *risk assessment* sugere um reforço das pesquisas voltadas ao bem-estar e à saúde ocupacional. Essa mudança reflete a resposta da comunidade científica às transformações no ambiente de trabalho, impulsionadas pela automação, pelo trabalho remoto e pelas novas condições laborais do período pós-pandemia (SUTARJA; PUTRA, 2022; GATTAMELATA; FARGNOLI, 2022). Tecnologias como a automação adaptativa (A3S), com sensores 3D, exemplificam essa tendência, ao permitir o ajuste ergonômico em tempo real dos postos de trabalho, minimizando riscos como os DORTs (SUTARJA; PUTRA, 2022).

A evolução também aponta para uma integração crescente com tecnologias imersivas, reforçando a adoção de metodologias experimentais e simulações computacionais no design ergonômico de ambientes sustentáveis e eficientes (SHARMA *et al.*, 2022; DEMIREL *et al.*, 2022). A utilização de ambientes virtuais para avaliação e desenvolvimento de projetos (SHARMA *et al.*, 2022), bem como o uso do *Digital Human Modeling* (DHM) desde as fases iniciais do design, destaca-se como uma alternativa eficaz para simular a interação humana, reduzindo custos e tempo (DEMIREL *et al.*, 2022). A convergência entre ergonomia digital e sustentabilidade reforça o conceito de “sustentabilidade ergonômica”, em que desempenho humano e impacto ambiental são considerados de forma integrada.

Em síntese, a análise temporal confirma uma evolução conceitual da ergonomia, que migra de uma abordagem tradicional, baseada na biomecânica e antropometria, para uma abordagem ampliada, digital e sistêmica. Essa transformação acompanha o que foi proposto por Thatcher e Yeow (2015) e Lange-Morales *et al.* (2024), ao posicionar a ergonomia contemporânea como uma área interdisciplinar, capaz de integrar aspectos humanos, tecnológicos e ambientais em modelos como o *Sustainable System of Systems* (THATCHER; YEOW, 2015) e o *EQUID 4.0* (LANGE-MORALES *et al.*, 2024).

O mapa de densidade de coocorrência de palavras-chave, gerado por meio do VOSviewer, demonstra visualmente a estrutura temática e as áreas de maior concentração na literatura sobre ergonomia e design sustentável (Figura 3).

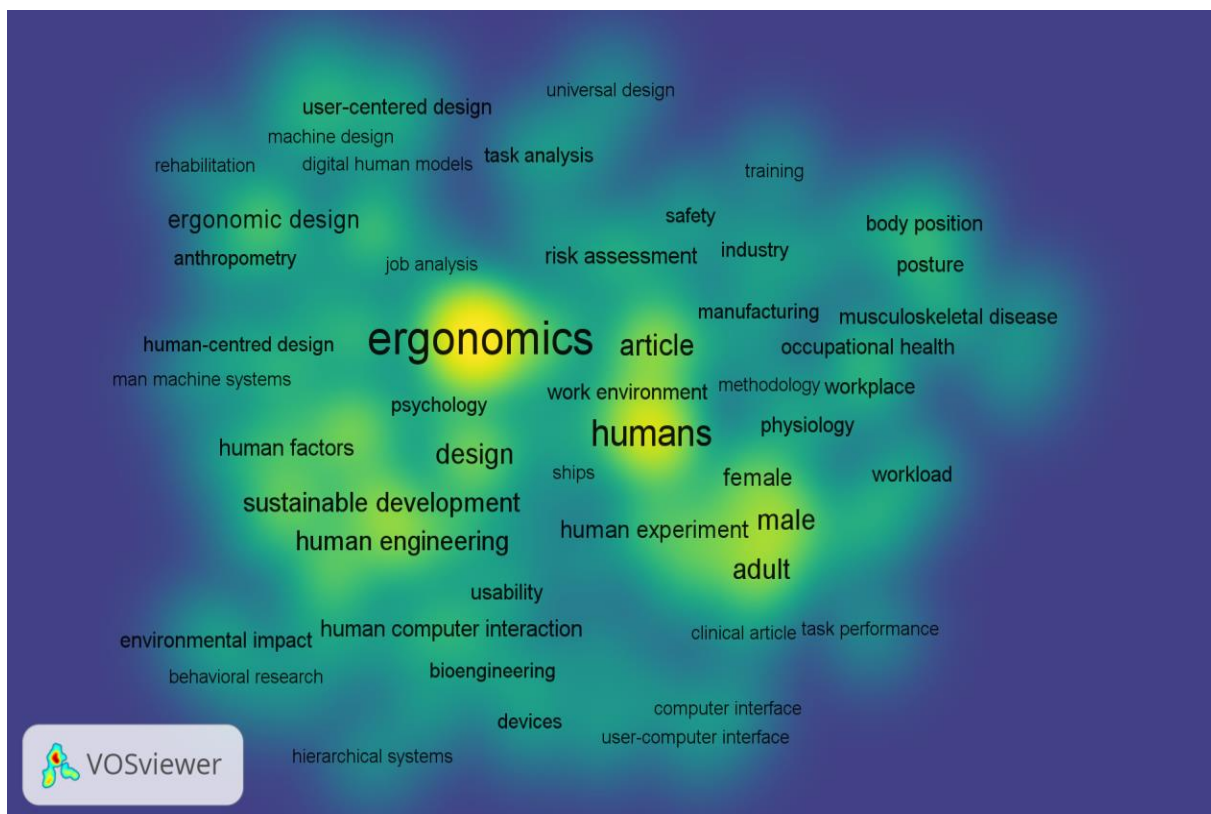


Figura 3 - Mapa de densidade de coocorrência de palavras-chave. Fonte: Autores (2025).

Os termos de maior densidade na rede, evidenciados pelos tons amarelos e verde-claros, como *ergonomics* e *humans*, confirmam que a ergonomia permanece como eixo central do campo, com foco no desempenho e bem-estar do indivíduo. A forte concentração de termos como *occupational health*, *musculoskeletal disease*, *posture* e *risk assessment*, especialmente no quadrante superior direito, indica a continuidade da ergonomia clássica como núcleo sólido de pesquisa, com ênfase em ferramentas de avaliação de risco e prevenção de distúrbios osteomusculares (LIND *et al.*, 2020; GATTAMELATA; FARGNOLI, 2022; HUTABARAT *et al.*, 2022).

Contudo, o mapa também revela uma expansão conceitual em andamento. Termos como *sustainable development* e *environmental impact*, localizados no quadrante inferior esquerdo, demonstram conexões diretas com o núcleo ergonômico tradicional, indicando uma transição para abordagens que integram aspectos ambientais aos projetos ergonômicos. Esse movimento sugere que o campo está evoluindo de uma perspectiva centrada exclusivamente no usuário e na saúde ocupacional para uma visão sistêmica que incorpora sustentabilidade e impacto ecológico ao processo de *ergonomic design* (THATCHER; YEOW, 2015; LANGE-MORALES *et al.*, 2024).

Essa mudança é estratégica para o desenvolvimento da área, visto que a ergonomia passa a ser reconhecida como componente essencial na construção de uma economia verde orientada à sustentabilidade (NAEINI *et al.*, 2018). A proximidade entre termos como *sustainable development*, *ergonomics* e *human computer interaction* reforça a convergência para o conceito de Ergonomia Verde, no qual variáveis humanas e ambientais são consideradas de forma integrada. Essa abordagem busca alinhar o desempenho humano à responsabilidade ambiental e à gestão eficiente de recursos nos sistemas de trabalho e design (SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2019; PERUZZINI; PELLICCIARI, 2018).

Como resultado, surgem modelos específicos que orientam essa integração, como o Eco-Ergo, que define requisitos ergonômicos capazes de minimizar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de produtos e sistemas, considerando a interação do usuário desde as fases iniciais do projeto (SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise bibliométrica evidenciou que a ergonomia clássica ainda constitui a base teórica dominante no campo, sobretudo nas áreas de saúde ocupacional, avaliação de riscos e prevenção de distúrbios osteomusculares. No entanto, observa-se uma expansão significativa em direção a abordagens mais integradas, nas quais aspectos ambientais, tecnológicos e sociais passam a compor o escopo da ergonomia, sinalizando uma transição para modelos mais sustentáveis e sistêmicos.

A interconexão entre sustentabilidade, inovação digital e desempenho humano reflete a consolidação de um novo paradigma: a sustentabilidade ergonômica. Essa abordagem integra variáveis ambientais ao projeto centrado no ser humano, promovendo soluções que aliam eficiência, bem-estar e responsabilidade ecológica. Modelos como o *Eco-Ergo* e o *Sustainable System-of-Systems* demonstram o potencial da ergonomia como ferramenta estratégica para a sustentabilidade no design e na engenharia.

Nesse contexto, conclui-se que a integração entre ergonomia verde e design sustentável não apenas amplia o campo de aplicação da ergonomia, mas também fortalece sua relevância diante dos desafios contemporâneos. A continuidade desse movimento depende do desenvolvimento de métodos interdisciplinares e de indicadores que considerem, simultaneamente, os impactos humanos e ambientais ao longo do ciclo de vida dos sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento, fundamentais para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACCHIN, D.; PERNICE, G. F. A.; PIEROBON, L.; ZANELLA, E.; SARDENA, M.; MALVESTIO, M.; & GAMBERINI, L. Co-design in electrical medical beds with caregivers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 19(23), 16353, 2022.
- BERNARD, F.; ZARE, M.; SAGOT, J. C.; PAQUIN, R. Using digital and physical simulation to focus on human factors and ergonomics in aviation maintainability. **Human factors**, 62(1), 37-54, 2020.
- BORTOLINI, M.; BOTTI, L.; GALIZIA, F. G.; MORA, C. Ergonomic design of an adaptive automation assembly system. **Machines**, 11(9), 898, 2023.
- CORTES-CHAVEZ, F.; ROSSA-SIERRA, A.; GONZALEZ-MUÑOZ, E. L. Design Process for a Birthing Bed, Based on User Hierarchy: Promoting Improvement in User Satisfaction. **Applied Sciences**, 11(20), 9430, 2021.
- CRAIK, A.; GONZÁLEZ-ESPAÑA, J. J.; ALAMIR, A.; EDQUILANG, D.; WONG, S.; SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, L.; ... & CONTRERAS-VIDAL, J. L. Design and Validation of a Low-Cost Mobile EEG-Based Brain–Computer Interface. **Sensors**, 23(13), 5930, 2023.
- DEMIREL, H. O.; AHMED, S.; DUFFY, V. G. Digital human modeling: a review and reappraisal of origins, present, and expected future methods for representing humans computationally. **International Journal of Human–Computer Interaction**, 38(10), 897-937, 2022.
- EILOUTI, B.. A framework for integrating ergonomics into architectural design. **Ergonomics in design**, 31(1), 4-12, 2023.
- GAO, M. Analyze the physical interaction between the user and the furniture design to optimize comfort and functionality. **Molecular & Cellular Biomechanics**, 21(2), 457-457, 2024.
- GATTAMELATA, D.; FARGNOLI, M. Development of a new procedure for evaluating working postures: an application in a manufacturing company. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 19(22), 15423, 2022.
- HASHEMI, F.; EGHBALI, S. R.; MALLORY-HILL, S.; HAMEDI, M. A method for prioritizing the modification of ergonomic and physical aspects of the workplace to enhance overall worker satisfaction in control centre buildings. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, 27(2), 323-335, 2021.
- HUTABARAT, J.; PRADANA, J. A.; ACHMADI, F.; BASUKI, D. W. L. Risk of musculoskeletal disorder in the working posture of online motorcycle drivers (Case study: Drivers at Malang District). **International Journal of Design & Nature and Ecodynamics**, 17(6), 843-851, 2022.
- JANACKOVIC, G. L.; GROZDANOVIC, M. D. A systems approach to analysing work efficiency in power control rooms: a case study. **South African Journal of Industrial Engineering**, 31(4), 151-164, 2020.

LANGE-MORALES, K.; GARCÍA-ACOSTA, G.; BRUDER, R. Conceptual framework for the design and development of sustainability-oriented products: toward EQUID 4.0. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, 25(5), 615-641, 2024.

LIN, C. J.; BELIS, T. T.; CAESARON, D.; JIANG, B. C.; KUO, T. C. Development of sustainability indicators for employee-activity based production process using fuzzy Delphi method. **Sustainability**, 12(16), 6378, 2020.

LIND, C. M. ; FORSMAN, M. ; ROSE, L. M. Development and evaluation of RAMP II-a practitioner's tool for assessing musculoskeletal disorder risk factors in industrial manual handling. **Ergonomics**, 63(4), 477-504, 2020.

MOLZ, C.; SCHERB, D.; LÖFFELMANN, C.; SÄNGER, J.; YAO, Z.; LINDENMANN, A.; ... & MIEHLING, J. A co-simulation model integrating a musculoskeletal human model with exoskeleton and power tool model. **Applied Sciences**, 14(6), 2573, 2024.

NAEINI, H. S.; DALAL, K.; MOSADDAD, S. H.; KARUPPIAH, K. Economic effectiveness of Ergonomics interventions. **International Journal of Engineering Science** (2008-4870), 29(3), 2018.

PERUZZINI, M.; PELLICCIARI, M. User experience evaluation model for sustainable manufacturing. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, 31(6), 494-512, 2018.

ROSSI, E. A comprehensive tool for developing new human-centred and social inclusion-oriented design strategies and guidelines. **Theoretical issues in ergonomics science**, 20(4), 419-439, 2019.

SHARMA, N. K.; TIWARI, M.; THAKUR, A.; GANGULI, A. K. A systematic review of methodologies and techniques for integrating ergonomics into development and assessment of manually operated equipment. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, 28(2), 1053-1065, 2022.

SIERRA-PÉREZ, J.; BOSCHMONART-RIVES, J.; OLIVER-SOLÀ, J. Introducing ergonomics requirements in the eco-design of energy-related products from users' behaviour approach. **Ergonomics**, 2019.

SUTARJA, I. N.; PUTRA, I. D. G. A. D. Ergonomics in the Contemporary Balinese Building: the Integration between Architectural and Structural Aspects. **Civil Engineering and Architecture**, 10(2), 501-512, 2022.

THATCHER, A.; YEOW, P. H. A sustainable system of systems approach: a new HFE paradigm. **Ergonomics**, 59(2), 167-178, 2016.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.

VAN VELSEN, L. ; LUDDEN, G. ; GRÜNLOH, C. The limitations of user-and human-centered design in an eHealth context and how to move beyond them. **Journal of medical Internet research**, 24(10), e37341, 2022.