

Ergonomia no levantamento e transporte manual de cargas: Uma revisão da literatura sobre riscos biomecânicos e tecnologias para prevenção de distúrbios osteomusculares

Ergonomics in manual lifting and load handling: A literature review on biomechanical risks and technologies for the prevention of musculoskeletal disorders

Ergonomía en el levantamiento y transporte manual de cargas: Revisión de la literatura sobre riesgos biomecánicos y tecnologías para la prevención de trastornos musculoesqueléticos

Recebido: 27/12/2025 | Revisado: 23/01/2026 | Aceitado: 24/01/2026 | Publicado: 25/01/2026

Dennis Soares Leite

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3189-9658>

Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: dennis.soares@unifesp.br

Linda Omar Bernardes de Alvarenga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6129-3359>

Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: linda.bernardes@unifesp.br

Denise Nicodemo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0510-009X>

Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, Brasil

E-mail: denise.nicodemo@unesp.br

Resumo

Os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) constituem um importante problema de saúde ocupacional, especialmente entre trabalhadores expostos ao levantamento e transporte manual de cargas. Essas atividades, quando realizadas sob condições inadequadas de peso, postura, frequência e organização do trabalho impõem elevadas exigências biomecânicas, com destaque para a coluna lombar. O objetivo deste estudo foi revisar a literatura científica acerca dos riscos biomecânicos associados ao levantamento e transporte manual de cargas, tecnologias e estratégias ergonômicas aplicadas à prevenção de distúrbios osteomusculares. Trata-se de uma revisão da literatura realizada nas bases de dados LILACS, SciELO, Medline e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abrangendo publicações entre 2019 e 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram incluídos estudos observacionais, experimentais e revisões sistemáticas que abordaram trabalhadores adultos e apresentaram desfechos relacionados ao risco biomecânico e à prevenção de lesões. Dos 377 artigos inicialmente identificados, 23 atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos analisados evidenciam que o manuseio manual de cargas permanece como um fator de risco significativo para o desenvolvimento de lombalgia ocupacional e outros distúrbios musculoesqueléticos, sobretudo quando associado à flexão e rotação do tronco, cargas excessivas, alta repetitividade e condições organizacionais desfavoráveis. Métodos tradicionais de avaliação ergonômica, como a Equação Revisada do NIOSH, mostraram-se eficazes na identificação de riscos, enquanto abordagens baseadas em sensores vestíveis e inteligência artificial demonstraram elevado potencial para avaliação automatizada e contínua. Conclui-se que a integração entre métodos clássicos e tecnologias emergentes é fundamental para a promoção da saúde ocupacional e a prevenção de DORT.

Palavras-chave: Ergonomia; Levantamento de Peso; Saúde do Trabalhador; Transtornos Musculoesqueléticos; Biomecânica.

Abstract

Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) represent a major occupational health problem, especially among workers exposed to manual lifting and carrying of loads. When performed under inadequate conditions of weight, posture, frequency, and work organization, these activities impose high biomechanical demands, particularly on the lumbar spine. The aim of this study was to review the scientific literature on biomechanical risks associated with manual lifting and carrying of loads, as well as ergonomic technologies and strategies applied to the prevention of musculoskeletal disorders. This is a literature review conducted using the LILACS, SciELO, Medline, and Virtual Health Library (VHL) databases, covering publications from 2019 to 2024 in Portuguese, English, and Spanish.

Observational and experimental studies, as well as systematic reviews involving adult workers and outcomes related to biomechanical risk and injury prevention, were included. Of the 377 articles initially identified, 23 met the inclusion criteria. The analyzed studies indicate that manual load handling remains a significant risk factor for the development of occupational low back pain and other musculoskeletal disorders, especially when associated with trunk flexion and rotation, excessive loads, high repetitiveness, and unfavorable organizational conditions. Traditional ergonomic assessment methods, such as the Revised NIOSH Lifting Equation, proved effective in risk identification, while approaches based on wearable sensors and artificial intelligence demonstrated high potential for automated and continuous assessment. It is concluded that the integration of classical methods and emerging technologies is essential for promoting occupational health and preventing WMSDs.

Keywords: Ergonomics; Weight Lifting; Occupational Health; Musculoskeletal Disorders; Biomechanics.

Resumen

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TMERT) constituyen un importante problema de salud ocupacional, especialmente entre trabajadores expuestos al levantamiento y transporte manual de cargas. Estas actividades, cuando se realizan en condiciones inadecuadas de peso, postura, frecuencia y organización del trabajo, imponen elevadas exigencias biomecánicas, con especial impacto en la columna lumbar. El objetivo de este estudio fue revisar la literatura científica sobre los riesgos biomecánicos asociados al levantamiento y transporte manual de cargas, así como las tecnologías y estrategias ergonómicas aplicadas a la prevención de los trastornos musculoesqueléticos. Se trata de una revisión de la literatura realizada en las bases de datos LILACS, SciELO, Medline y Biblioteca Virtual en Salud (BVS), que abarca publicaciones entre 2019 y 2024 en portugués, inglés y español. Se incluyeron estudios observacionales, experimentales y revisiones sistemáticas que abordaron trabajadores adultos y presentaron desenlaces relacionados con el riesgo biomecánico y la prevención de lesiones. De los 377 artículos inicialmente identificados, 23 cumplieron con los criterios de inclusión. Los estudios analizados evidencian que la manipulación manual de cargas sigue siendo un factor de riesgo significativo para el desarrollo de lumbalgia ocupacional y otros trastornos musculoesqueléticos, especialmente cuando se asocia con flexión y rotación del tronco, cargas excesivas, alta repetitividad y condiciones organizativas desfavorables. Los métodos tradicionales de evaluación ergonómica, como la Ecuación Revisada del NIOSH, demostraron ser eficaces para la identificación de riesgos, mientras que los enfoques basados en sensores portátiles e inteligencia artificial mostraron un alto potencial para la evaluación automatizada y continua. Se concluye que la integración entre métodos clásicos y tecnologías emergentes es fundamental para la promoción de la salud ocupacional y la prevención de los TMERT.

Palabras clave: Ergonomía; Levantamiento de Peso; Salud del Trabajador; Trastornos Musculoesqueléticos; Biomecánica.

1. Introdução

Os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) estão entre os agravos que mais afetam os trabalhadores brasileiros e são considerados uma síndrome clínica de origem multifatorial complexa, envolvendo aspectos organizacionais do trabalho e fatores individuais. Apresentam evolução de caráter insidioso e geralmente progressivo, com repercussões fisiológicas oriundas de processos que impactam o sistema osteomuscular. Entre os principais sintomas destacam-se dor crônica, espontânea ou ao movimento, sensação de dormência, alterações de sensibilidade e fadiga muscular (Silva et al., 2020; Brents et al., 2021; Salerno, 2022).

As Lesões por Esforços Repetitivos (LER) estão diretamente relacionadas às atividades laborais e, em determinados contextos, podem ser caracterizadas como doenças ocupacionais. Essas lesões ocorrem quando há incompatibilidade entre as exigências físicas da tarefa e a capacidade funcional do corpo humano, sendo os principais fatores de risco os tracionamentos excessivos, posturas inadequadas e a repetitividade dos movimentos. As medidas preventivas incluem ajustes no posto de trabalho, consideração de fatores biopsicossociais e ações educativas voltadas à promoção da saúde (Silva et al., 2020; Brents et al., 2021; Salerno, 2022).

Entre as situações que favorecem a evolução dos sinais e sintomas de LER/DORT destacam-se a elevada repetição de movimentos com pouca variação durante a jornada de trabalho, pressão por produtividade, adoção de posturas inadequadas, uso incorreto do ambiente laboral, exposição a vibrações e temperaturas extremas, sobrecarga de peso, ausência de pausas, impactos ambientais, monotonia e exigência de esforço físico intenso (Silva et al., 2020; Brents et al., 2021; Salerno, 2022).

O levantamento e o transporte manual de cargas figuram entre os principais fatores de risco para o desenvolvimento de hérnia de disco e lombalgia ocupacional, uma vez que frequentemente envolvem posturas inadequadas, longos períodos de solicitação da região lombar, manuseio de cargas excessivas e alta frequência de levantamentos. Nesse contexto, trabalhadores designados para atividades de transporte manual de cargas devem receber orientações adequadas quanto aos métodos corretos de levantamento, carregamento e deposição de cargas, preferencialmente por meio de treinamentos baseados em metodologias ativas (Silva et al., 2020; Brents et al., 2021; Salerno, 2022).

Diante desse cenário, o objetivo do estudo foi revisar a literatura científica acerca dos riscos biomecânicos associados ao levantamento e transporte manual de cargas, assim como das tecnologias aplicadas à prevenção de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão da literatura, conduzida a partir de levantamento bibliográfico nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online (SCIELO)*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline)* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram utilizados os seguintes descritores em ciências da saúde: ergonomia, levantamento de peso, suporte de cargas, *National Institute for Occupational Safety and Health*, saúde ocupacional, jogos de vídeo e tecnologia.

A estratégia de busca foi estruturada com base no acrônimo PICO, definido da seguinte forma: P (população): trabalhadores, I (intervenção): orientações ergonômicas, educação em saúde sobre levantamento e transporte manual de cargas, tecnologias em saúde e equipamentos, C (controle ou comparação): não aplicável, O (desfecho): redução do risco de doenças ocupacionais associadas ao levantamento e transporte manual de cargas.

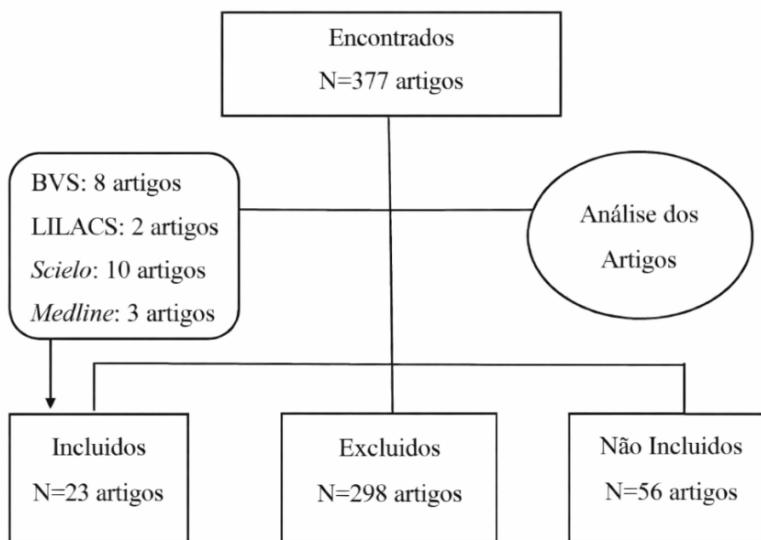
Os critérios de inclusão abrangearam ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e estudos observacionais realizados em humanos, publicados entre 2019 e 2024, nos idiomas português, inglês ou espanhol e que apresentassem desfechos relevantes relacionados ao tema. Foram excluídos pôsteres, artigos duplicados, estudos com adolescentes, dissertações, teses e publicações que não apresentassem resultados pertinentes ao objetivo proposto.

3. Resultados e Discussão

Foram encontrados 377 artigos nos últimos 5 anos (2019 – 2024) nos idiomas inglês, espanhol e português, após a análise foram incluídos 23 artigos, excluídos 298 artigos e não incluídos 56 artigos.

Os artigos selecionados foram organizados e categorizados de acordo com título, autores e ano de publicação, servindo de base para a análise crítica dos estudos e para a estruturação da discussão dos resultados. A seguir, a Figura 1 apresenta o fluxograma de seleção dos artigos para compor o *corpus* da pesquisa, bem como mostra a quantidade de artigos selecionados em cada etapa.

Figura 1 - Fluxograma para revisão da literatura.



Fonte: Autores (2025).

Nas linhas seguintes, o Quadro 1 apresenta as sínteses dos estudos selecionados para compor o *corpus* da presente pesquisa

Quadro 1 - Síntese dos estudos incluídos na revisão sobre ergonomia, biomecânica e levantamento manual de cargas.

Autor (Ano)	Objetivo do estudo	Amostra / Contexto	Métodos e Instrumentos	Principais Resultados
Cargin et al. (2019)	Investigar atividades laborais associadas à dor lombar crônica inespecífica	90 trabalhadores de enfermagem	EVN; Work-Related Activities Questionnaire	Dor lombar associada a esforços físicos, flexão e torção da coluna, carregamento de peso e condições inadequadas do ambiente de trabalho
Lavender et al. (2020)	Avaliar a eficácia biomecânica de dispositivos auxiliares para levantamento de pacientes	14 bombeiros paramédicos	Captura de movimento; EMG; análise L5/S1	Redução de forças de cisalhamento e flexão lombar com uso de dispositivos auxiliares
Lima et al. (2020)	Aplicar os métodos ROSA e NIOSH na análise ergonômica	Trabalhador de escritório e levantamento de carga	Software ergonômico; ROSA; NIOSH	ROSA = 5 (intervenção necessária); NIOSH indicou baixo risco na maioria das tarefas
Santos et al. (2020)	Analizar associação entre MMC e lombalgia ocupacional	60 carregadores (CEASA/SE)	Estudo observacional; formulário estruturado	Lombalgia associada a peso, flexão e rotação de tronco, distância percorrida e quantidade de carga
Acquah et al. (2021)	Avaliar efeitos do trabalho informal com lixo eletrônico	176 recicladores (Gana)	Questionários de sintoma musculoesquelético	Associação entre manuseio manual e sintomas em coluna lombar e membros
Brents et al. (2021)	Avaliar posturas do tronco no manuseio de barris	Trabalhadores de cervejaria artesanal	Sensores inerciais (IMU)	Posturas não neutras frequentes; necessidade de mudanças no design do posto
Donisi et al. (2021)	Classificar risco biomecânico via Machine Learning	7 indivíduos	Sensores vestíveis; ML; Equação NIOSH	Precisão >90% na classificação risco/sem risco
Zhang et al. (2021)	Avaliar impacto de videogames de ação em cognição	Adultos saudáveis	Testes cognitivos	Melhora em percepção e memória de trabalho

Donisi et al. (2022)	Avaliar risco de levantamento com regressão logística	14 adultos saudáveis	IMU; características tempo/frequência	Boa discriminação entre classes de risco NIOSH
Jin et al. (2022)	Analizar prevalência de DME em membros inferiores	7.908 trabalhadores industriais	Questionário	Alta prevalência de lesões associadas a posturas prolongadas
Liu et al. (2022)	Avaliar influência do conhecimento da carga na biomecânica	24 trabalhadores	Teste psicofísico; análise cinemática	Redução da carga lombar quando há informação sobre fragilidade
Reis (2022)	Avaliar efeitos do manuseio de cargas na indústria alimentícia	Trabalhadores do Polo Industrial de Manaus	Investigação-ação; questionários	Identificação de riscos e proposição de melhorias técnicas e organizacionais
Skovlund et al. (2022)	Avaliar carga muscular em supermercados	64 trabalhadores	Eletromiografia	Cargas maiores associadas a maior esforço lombar e de ombros
Sugama et al. (2022)	Avaliar cargas posturais no uso de macaco hidráulico	9 homens	LUBA; EMG	Elevada carga postural; necessidade de redesign da ferramenta
Donisi et al. (2023)	Predizer risco biomecânico com EMG e ML	Adultos saudáveis	EMG vestível; SVM	Alta precisão (AUC até 0,985); relação com fadiga muscular
Meyers et al. (2023)	Avaliar risco de síndrome do manguito rotador	393 trabalhadores	Avaliação biomecânica por tarefa	Associação entre esforço vigoroso e aumento do risco
Romanliu et al. (2023)	Analizar pressão intradiscal em diferentes posturas	Revisão de estudos	Modelagem matemática	Postura sentada sem apoio aumenta pressão intradiscal
Dawad et al. (2024)	Avaliar lombalgia em trabalhadores de manufatura	165 trabalhadores (Malásia)	Questionário Nórdico; NIOSH	Localização horizontal da carga com maior risco
Leggieri et al. (2024)	Desenvolver índice digital baseado no NIOSH	Logística industrial	Sensores iniciais; algoritmo online	Erro médio <4% em relação ao método padrão
Natali et al. (2024)	Avaliar eficácia de exoesqueleto lombar	5–10 trabalhadores	EMG; método Peso Equivalente	Redução de até 64% no índice de elevação
Prisco et al. (2024)	Classificar posturas seguras/inseguras	15 indivíduos	IMU; Machine Learning	Precisão até 96% na classificação postural
Souza et al. (2024)	Avaliar risco ergonômico de aplicador manual	Operadores industriais	Equação NIOSH	Braço ergonômico reduziu risco e melhorou produtividade
Zabala et al. (2024)	Comparar captura inercial e óptica	36 participantes	Modelagem musculoesquelética	Sistema inercial subestimou forças; necessidade de ajustes

Fonte: Autores (2025).

A análise dos estudos incluídos nesta revisão evidencia que o manuseio manual de cargas, associado a posturas inadequadas, esforços físicos elevados e condições organizacionais desfavoráveis, permanece como um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente lombalgia ocupacional. Os resultados de Cargin et al. (2019) e Santos et al. (2020) demonstram que a flexão e a rotação do tronco, o peso da carga e a manutenção do trabalho mesmo sob dor são determinantes importantes para a ocorrência de sintomas lombares, corroborando evidências clássicas da ergonomia.

Estudos experimentais e de campo, como os de Lavender et al. (2020), Skovlund et al. (2022) e Sugama et al. (2022), reforçam que a elevação de cargas em alturas inadequadas, associada a forças excessivas e posturas não neutras, resulta em aumento significativo das cargas biomecânicas na coluna lombar e na musculatura de ombros e pescoço. Esses achados confirmam que o risco não depende apenas do peso da carga, mas também da geometria da tarefa, frequência e da organização do trabalho.

No contexto da avaliação ergonômica, os métodos tradicionais, como a Equação Revisada do NIOSH e o método ROSA, mostraram-se eficazes para identificar condições inseguras de trabalho e subsidiar intervenções corretivas, conforme

evidenciado por Lima et al. (2020) e Dawad et al. (2024). Entretanto, limitações desses métodos, como a dependência de observações pontuais e avaliações manuais têm impulsionado o desenvolvimento de abordagens baseadas em sensores vestíveis e inteligência artificial.

Nesse sentido, os estudos de Donisi et al. (2021, 2022, 2023), Prisco et al. (2024) e Leggieri et al. (2024) demonstram avanços significativos na automação da avaliação do risco biomecânico. A utilização de unidades de medição inercial e sinais eletromiográficos, associadas a algoritmos de aprendizado de máquina, apresentou alta acurácia na classificação de posturas seguras e inseguras, bem como na discriminação entre tarefas com e sem risco ergonômico. Esses resultados indicam um potencial relevante para aplicação em ambientes industriais reais, possibilitando monitoramento contínuo e intervenções mais rápidas.

Além disso, estratégias de intervenção física e tecnológica, como o uso de dispositivos auxiliares e redesign de ferramentas, mostraram-se eficazes na redução das cargas biomecânicas e do risco de lesões, conforme observado nos estudos de Natali et al. (2024), Souza et al. (2024) e Lavender et al. (2020). As abordagens evidenciam a importância da integração entre engenharia, ergonomia e inovação tecnológica para a promoção da saúde ocupacional.

Estudos populacionais de grande escala, como os de Jin et al. (2022) e Acquah et al. (2021), ampliam a compreensão dos fatores demográficos, organizacionais e biomecânicos associados aos distúrbios musculoesqueléticos, destacando a necessidade de políticas preventivas que considerem tanto o trabalho formal quanto o informal.

4. Conclusão

Com base na análise dos estudos incluídos nesta revisão, conclui-se que o manuseio manual de cargas continua sendo uma atividade crítica do ponto de vista ergonômico, fortemente associada ao desenvolvimento de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente na região lombar. Fatores como peso da carga, postura adotada, frequência de levantamento, organização do trabalho e condições ambientais exercem influência direta sobre o risco biomecânico.

Os métodos tradicionais de avaliação ergonômica, como a Equação Revisada do NIOSH, permanecem relevantes e eficazes para a identificação de riscos, porém apresentam limitações quando aplicados de forma isolada em cenários complexos e dinâmicos. Nesse contexto, o avanço de tecnologias baseadas em sensores vestíveis e inteligência artificial surge como uma alternativa promissora para a avaliação automática, contínua e mais precisa do risco biomecânico em ambientes ocupacionais.

Os achados desta revisão indicam que a combinação entre métodos clássicos de avaliação, tecnologias emergentes e intervenções ergonômicas adequadas representa o caminho mais eficaz para a promoção da saúde ocupacional e a redução do risco de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao manuseio manual de cargas. Estudos futuros devem priorizar a validação dessas tecnologias em cenários reais de trabalho e em populações mais amplas, visando ampliar sua aplicabilidade no campo da engenharia e ergonomia.

Referências

- Assenato, A. A. R., Araújo, B. R., Lagranha, V. E. C., Souza, L. M. & Paz, A. A. (2021). Construção e validação de recursos educativos digitais para a saúde e segurança do trabalhador. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. 42, e20200032.
- Brents, C., Hischke, M., Reiser, R. & Rosecrance, J. (2021). Trunk posture during manual materials handling of beer kegs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(14), 7380.
- Cargnin, Z. A., Schneider, D. G., Vargas, M. A. & Schneider, I. J. (2019). Atividades de trabalho e lombalgia crônica inespecífica em trabalhadores de enfermagem. *Acta Paulista de Enfermagem*. 32(6), 707–13.
- Castro, A. V. & Rezende, M. (2009). A técnica Delphi e seu uso na pesquisa de enfermagem: revisão bibliográfica. *Revista Mineira de Enfermagem*. 13(3), 429–34.

- Conforti, I., Miletí, I., Del Prete, Z. & Palermo, E. (2020). Measuring biomechanical risk in lifting load tasks through wearable system and machine learning approach. *Sensors*. 20(6), 1557.
- Crosetti, M. G. O. (2012). Revisão integrativa de pesquisa na enfermagem o rigor científico que lhe é exigido. *Rev Gaúcha Enferm*. 33(2):8-9.
- Dawad, N. A., Yasin, S. M., Darus, A., Jamil, A. T. & Nyi Naing, N. (2024). Modification of the revised NIOSH lifting equation to determine the individual manual lifting risk in Malaysia's manufacturing industry. *Cureus*. 16(4), e57747.
- Di Natali, C., Buratti, G., Dellerá, L. & Caldwell, D. (2024). Equivalent weight: application of the assessment method on real task conducted by railway workers wearing a back support exoskeleton. *Applied Ergonomics*. 118, 104278. Doi: 10.1016/j.apergo.2019.07.039.
- Donisi, L., Cesarelli, G., Capodaglio, E., Panigazzi, M., D'Addio, G., Cesarelli, M. & Amato, F. (2022). A logistic regression model for biomechanical risk classification in lifting tasks. *Diagnostics*. 12(11), 2624.
- Donisi, L., Cesarelli, G., Coccia, A., Panigazzi, M., Capodaglio, E. M. & D'Addio, G. (2021). Work-related risk assessment according to the revised NIOSH lifting equation: a preliminary study using a wearable inertial sensor and machine learning. *Sensors*. 21(8), 2593.
- Donisi, L., Jacob, D., Guerrini, L., Prisco, G., Esposito, F., Cesarelli, M., Amato, F. & Gargiulo, P. (2023). EMG spectral analysis and machine learning algorithms can discriminate biomechanical risk classes associated with manual material liftings. *Bioengineering*. 10(9), 1103.
- Fernandes, A. S., Pereira, E. S., Almeida, L. M. N., Carvalho, P. B., Martins, L. N. L. & Silva, W. C. (2022). Doenças ocupacionais em profissionais de um polo gesseiro: estudo transversal. *Cogitare Enfermagem*. 27(5), 16–26.
- Ferreira, F. K., Song, E. H., Gomes, H., Garcia, E. B. & Ferreira, L. M. (2015). Nova mentalidade no método científico na área da saúde: design thinking. *Clinics*. 70(12), 770–82.
- Giorgetta, E. C., Vieira, L. M. S. M. A. & Sato, T. O. (2022). Desenvolvimento de um site responsivo para promover mudanças comportamentais em usuários de computador. *Fisioterapia e Pesquisa*. 29(3), 265–9.
- Hwang, J., Ari, H., Matoo, M., Chen, J. & Kim, J. H. (2020). Air-assisted devices reduce biomechanical loading in the low back and upper extremities during patient turning tasks. *Applied Ergonomics*. 87, 103121.
- Jin, X., Dong, Y. & Wang, F. (2022). Prevalence and associated factors of lower extremity musculoskeletal disorders among manufacturing workers: a cross-sectional study in China. *BMJ Open*. 12, e054969.
- Johnston, V. et al. (2012). A cluster-randomized trial of workplace ergonomics and neck-specific exercise versus ergonomics and health promotion for office workers to manage neck pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 22(1), 12–22.
- Lavender, S. A. et al. (2020). A biomechanical evaluation of potential ergonomic solutions for use by firefighter and EMS providers when lifting heavy patients in their homes. *Applied Ergonomics*. 82, 102910.
- Leggieri, S., Fanti, V., Caldwell, D. G. & Di Natali, C. (2024). Online ergonomic evaluation in realistic manual material handling task: proof of concept. *Bioengineering*. 11(1), 14.
- Lima, A. G., Mendes, G. B., Prata, D. F. R. F. & Santos, P. V. S. (2020). Aplicação dos métodos ROSA e NIOSH para a análise ergonômica em uma empresa de pequeno porte. *Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation*. 8, 335–64.
- Liu, J., Qu, X. & Liu, Y. (2022). Influence of load knowledge on biomechanics of asymmetric lifting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19(6), 3207.
- Meyers, A. R., Wurzelbacher, S. J., Krieg, E. F., Ramsey, J. G., Crombie, K., Christianson, A. L., Luo, L. & Burt, S. (2023). Work-related risk factors for rotator cuff syndrome in a prospective study of manufacturing and healthcare workers. *Human Factors*. 65(3), 419–34.
- Munhoz, O. L., Moraes, B., Silva, S., Almeida, F. & Magnago, T. (2021). Estratégias para minimizar os riscos ergonômicos em trabalhadores da limpeza. *Cogitare Enfermagem*. 26, e71073.
- Nail-Ulloa, I., Zabala, M., Sesek, R., Chen, H., Schall, M. C. Jr. & Gallagher, S. (2024). Estimating compressive and shear forces at L5–S1: exploring the effects of load weight, asymmetry, and height using optical and inertial motion capture systems. *Sensors*. 24(6), 1941.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Prisco, G., Romano, M., Esposito, F., Cesarelli, M., Santone, A., Donisi, L. & Amato, F. (2024). Capability of machine learning algorithms to classify safe and unsafe postures during weight lifting tasks using inertial sensors. *Diagnostics*. 14(6), 576.
- Reis, J. A. P. (2022). Os efeitos ergonômicos da movimentação e do manuseio de carga em uma fábrica do segmento de bebidas do Polo Industrial de Manaus. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Minho, Portugal.
- Roman-Liu, D., Kaminska, J. & Tokarski, T. (2023). Differences in lumbar spine intradiscal pressure between standing and sitting postures: a comprehensive literature review. *Sports Medicine and Rehabilitation*. 11, 16176.
- Rothstein, J. R., Moraes, J. C. S., Berndt, A. & Lanferdin, F. J. (2013). Impacto de uma metodologia interativa de ergonomia de conscientização. *Fisioterapia e Pesquisa*. 20(1), 11–6.
- Sakamoto, S. R., Dell'Acqua, M. C. Q., Abbade, L. P. F., Caldeira, S. M., Fusco, S. F. B. & Avila, M. A. G. (2020). Team-based learning: a randomized clinical trial in undergraduate nursing. *Revista Brasileira de Enfermagem*. 73(2), 5–15.

Salerno, S. & Giliberti, C. (2022). Women's wrist and elbow at work: analysis of acute injuries and cumulative trauma disorders to improve ergonomics in female-dominated activities. *Ergonomics*. 65(11), 1477–85.

Santos, J. W., Menezes, E. T. N., França, V. V. & Monteiro, L. F. (2020). Associação entre a movimentação manual de cargas e lombalgia ocupacional em carregadores de uma central de abastecimento. *Revista Produção Online*. 20(3), 858–83.

Silva, S. M., Braga, N. T., Soares, R. A. Q. & Baptista, P. P. C. (2020). Distúrbios osteomusculares e ações para reduzir a ocorrência em trabalhadores de enfermagem. *Revista de Enfermagem*. 28, 485–502.

Skovlund, S. V., Blåfoss, R., Skals, S., Jakobsen, M. D. & Andersen, L. L. (2022). The importance of lifting height and load mass for muscular workload during supermarket stocking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19(5), 3030.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, Elsevier. 104(C), 333-9.

Sugama, A. et al. (2022). Evaluation of musculoskeletal workload of manual operating tasks using a hydraulic jack based on ergonomic postural analysis and electromyography. *Work*. 72(2), 677–85.

Wernke, A. R., Teixeira, M. C. L., Kock, B. O., Sousa, O. L. O., Melo, A. C. M. C., Sakae, T. M. & Magajewski, F. R. L. 2012(). Taxas de risco de acidentes de trabalho no Brasil: efeito do fator accidentário de prevenção (FAP). *Ciência & Saude Coletiva*. 26(12), 6079-88.

Zhang, R. Y. et al. (2021). Action video game play facilitates “learning to learn”. *Communications Biology*. (4), 1154.