MUDANÇAS NA NR17: COMO AS NOVAS DIRETRIZES ESTÃO REDEFININDO A ERGONOMIA NO TRABALHO

Mario Vinicio Garcia [1], Sheiniffer Ariana Miranda Rolim [2], Igor José Fernandes [3], Henrique Costa Gomes [4]

[1]Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Campus Maringá-PR, Universidade Estadual de Maringá - UEM. mariovinigarcia@gmail.com
[2] Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Campus Maringá-PR, Universidade Estadual de Maringá - UEM. sheiniffer.miranda@gmail.com
[3] Graduado em Engenharia de Produção, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. igorjosefernandes14@gmail.com
[4] Acadêmico do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Campus Maringá-PR, Universidade Estadual de Maringá - UEM. henriquecostagomes2000@gmail.com

RESUMO

Visando analisar as recentes mudanças na NR 17 e seus impactos na ergonomia do trabalho, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura. A investigação seguiu o protocolo PRISMA, estruturado em quatro etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. A busca foi realizada na base de dados Web of Science, utilizando termos específicos relacionados à NR 17 e ergonomia, resultando inicialmente em 3.959 artigos. Após aplicação de filtros de tempo, idioma e relevância temática, foram incluídos 26 estudos para análise detalhada. A metodologia combinou técnicas quantitativas e qualitativas, destacando-se a análise bibliométrica com o uso do software Bibliometrix, que identificou os principais autores, periódicos e tendências de pesquisa sobre o tema. A análise revelou um aumento recente nas publicações relacionadas à ergonomia, especialmente após as atualizações da NR 17, que incluem a obrigatoriedade da AEP e a recomendação pela alternância postural. Além disso, foi realizada uma análise SWOT para identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associadas às mudanças na NR 17. Entre as forças, destacam-se o alinhamento com padrões internacionais e a valorização da saúde ocupacional. As fraquezas incluem a carência de profissionais especializados e os custos de implementação, enquanto as oportunidades envolvem o desenvolvimento de soluções tecnológicas. Por fim, o estudo contextualizou historicamente a evolução da ergonomia e da NR 17, desde sua criação em 1983 até as mudanças recentes, ressaltando a importância crescente de uma abordagem integrada e tecnológica para a promoção de ambientes de trabalho mais seguros e saudáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia; NR 17; Saúde Ocupacional; PRISMA; Revisão Sistemática.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a ergonomia tem se consolidado como um campo essencial para a promoção da saúde e segurança no ambiente de trabalho (Vega-Barbas *et al.*, 2019; Wooldridge; Carman; Xie, 2022). No Brasil, a Norma Regulamentadora 17 (NR 17) representa um marco na regulamentação das condições ergonômicas laborais, estabelecendo diretrizes para adaptação do trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores. Recentemente, a NR 17 passou por modificações significativas, o que tem gerado a necessidade de reavaliação e adaptação dos processos produtivos e organizacionais (Zerguine *et al.*, 2024). Assim, uma revisão bibliográfica sistemática se faz necessária para compreender os impactos dessas mudanças e como elas estão redefinindo a ergonomia no trabalho (Zetterberg *et al.*, 2019).

As atualizações da NR 17 foram impulsionadas por avanços científicos e tecnológicos, além da necessidade de maior alinhamento com padrões internacionais de segurança e bem-estar ocupacional (Wooldridge; Carman; Xie, 2022; Zhao; Sun; Nakade, 2024). Dessa forma, a revisão das novas diretrizes ergonômicas pode revelar tanto

benefícios quanto desafios para empresas e trabalhadores. Entre as principais mudanças, destacam-se a obrigatoriedade da Avaliação Ergonômica Preliminar (AEP) para todas as empresas e a preferência pela alternância entre trabalho sentado e em pé (Zerguine *et al.*, 2024).

Uma abordagem sistemática da literatura permitirá mapear os estudos mais relevantes sobre o tema, identificando as principais tendências e lacunas existentes. A metodologia de revisão bibliográfica sistemática, baseada em critérios rigorosos de seleção e análise de fontes, possibilita um panorama abrangente sobre o estado da arte na ergonomia aplicada ao ambiente de trabalho (Salmon *et al.*, 2025). Dessa maneira, é possível compreender como as novas diretrizes da NR 17 dialogam com práticas ergonômicas já consolidadas e quais desafios emergem com sua implementação (Heidarimoghadam *et al.*, 2020; Koma; Bergh; Costa-Black, 2019).

A revisão das mudanças na NR 17 deve considerar múltiplos aspectos, incluindo a influência das novas diretrizes na produtividade, bem-estar e prevenção de doenças ocupacionais (Heidarimoghadam *et al.*, 2020). Além disso, é essencial avaliar como as empresas estão se adaptando a essas transformações e quais são os impactos para os trabalhadores em diferentes setores econômicos (Reiman *et al.*, 2024; Van Der Hoek-Snieders; Houben; Dreschler, 2021). Estudos recentes apontam que a adaptação às novas normas exige investimentos em capacitação, reestruturação de processos e adoção de novas tecnologias ergonômicas (Merlo *et al.*, 2023; Vega-Barbas *et al.*, 2019).

Diante desse cenário, a ergonomia assume um papel estratégico na promoção de ambientes de trabalho mais seguros e eficientes. A NR 17 revisada reforça a necessidade de uma abordagem integrada, que considere fatores físicos, cognitivos e organizacionais na definição de condições adequadas de trabalho (Salmon *et al.*, 2025; Kadir; Broberg; Da Conceição, 2019). Essa mudança de perspectiva tem potencial para aprimorar significativamente a qualidade de vida dos trabalhadores e otimizar o desempenho operacional das empresas (Papetti *et al.*, 2020; Ojanen *et al.*, 2023).

Por meio da revisão bibliográfica sistemática, será possível identificar os principais desafios enfrentados pelas organizações na adaptação às novas diretrizes. Além disso, a análise detalhada da literatura permitirá compreender como as mudanças regulatórias influenciam as práticas ergonômicas e quais são as melhores estratégias para garantir a conformidade com as exigências normativas. Esse conhecimento é fundamental para gestores, ergonomistas e profissionais de segurança do trabalho que buscam implementar melhorias efetivas em suas instituições. Dessa forma este estudo visa contribuir para a compreensão do impacto das recentes mudanças na NR 17, fornecendo uma base teórica sólida para orientar a tomada de decisões em ergonomia ocupacional. Ao analisar as principais evidências científicas e práticas recomendadas, será possível estabelecer diretrizes para uma implementação eficaz das novas exigências ergonômicas, promovendo um ambiente de trabalho mais saudável e produtivo para todos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para assegurar a condução de uma revisão sistemática robusta e metodologicamente rigorosa, foi adotado o protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Este protocolo é amplamente reconhecido no meio científico por estabelecer diretrizes claras e padronizadas que orientam a seleção, avaliação e síntese de evidências em revisões sistemáticas, garantindo maior transparência, reprodutibilidade e qualidade metodológica (Liberati *et al.*, 2009). A aplicação do protocolo foi estruturada em quatro etapas sequenciais e fundamentais:

identificação, onde se realizou a busca ampla e sensível dos estudos; seleção, que envolveu a triagem inicial baseada nos títulos e resumos; elegibilidade, com a avaliação integral dos textos para verificar sua adequação aos critérios estabelecidos; e, por fim, inclusão, que resultou na definição final dos estudos considerados pertinentes para compor a base da análise.

A busca bibliográfica foi realizada na base de dados Web of Science, escolhida por ser uma das plataformas mais abrangentes, atualizadas e confiáveis para a recuperação de literatura científica revisada por pares, além de oferecer recursos avançados de pesquisa e indexação multidisciplinar. Para maximizar a precisão e a abrangência dos resultados, a estratégia de busca foi cuidadosamente elaborada utilizando operadores booleanos e termos-chave relevantes ao objeto de estudo. Assim, a *strings* de busca foi definida como: (*"NR17" OR "regulatory standard 17" OR "ergonomics" OR "ergonomic guidelines" OR "occupational ergonomics") AND ("changes" OR "updates" OR "revisions" OR "new guidelines" OR "modifications"*), com o intuito de capturar publicações que abordam, direta ou indiretamente, aspectos relacionados à NR 17 que trata da ergonomia no contexto da legislação brasileira, bem como estudos internacionais que explorem temas relacionados à ergonomia sob uma perspectiva normativa e regulatória.

Essa formulação buscou garantir a captação de uma gama abrangente de publicações que discutem não apenas a aplicação da NR 17, mas também as práticas ergonômicas associadas ao cumprimento de normas e padrões regulatórios em diversos contextos organizacionais. A busca inicial resultou em um número expressivo de artigos, refletindo a relevância e a diversidade de enfoques existentes sobre o tema na literatura científica contemporânea. A Figura 1 apresenta o fluxograma de aplicação do protocolo PRISMA, adaptado às especificidades deste estudo, evidenciando de forma visual e sistemática todas as etapas de triagem e seleção dos estudos incluídos na revisão.

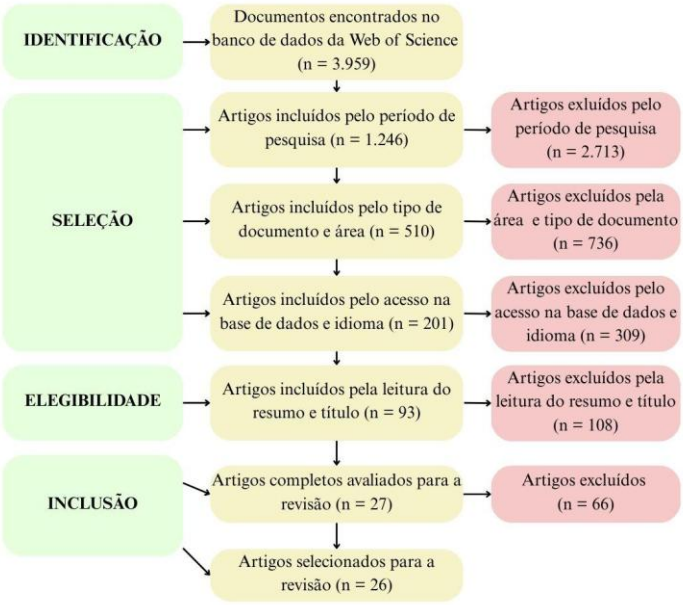


Figura 1: Aplicação do modelo PRISMA para seleção de estudos
Fonte: Adaptado de Liberati *et al.* (2009).

A presente revisão sistemática seguiu um protocolo estruturado em quatro etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, conforme o fluxograma ilustrado. Na fase

de identificação, foram encontrados inicialmente 3.959 da Web of Science. A aplicação do filtro temporal delimitou as publicações ao período de 2019 a 2024, justificada pela intensificação das discussões sobre saúde ocupacional, ergonomia no ambiente de trabalho, transformação digital e a evolução das regulamentações relacionadas à segurança e bem-estar dos trabalhadores. Essa delimitação assegurou que os estudos selecionados fossem contemporâneos e relevantes, sobretudo quanto à aplicação da NR 17 no contexto regulatório e organizacional.

Na etapa de seleção, foram inicialmente mantidos 1.246, após o filtro temporal. Em seguida, realizou-se a triagem pelo tipo de documento e área temática, restringindo a seleção a artigos científicos que abordassem ergonomia, segurança ocupacional e temas correlatos, resultando na manutenção 510. O processo continuou com a aplicação de critérios de acesso e idioma, priorizando publicações disponíveis integralmente e redigidas em português ou inglês, o que reduziu o número 201.

Na fase de elegibilidade, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, com o objetivo de verificar a aderência dos estudos aos objetivos da revisão, o que resultou na seleção 93 da Web of Science. Posteriormente, na etapa de inclusão, foi realizada a leitura completa dos textos selecionados, culminando na avaliação de 27 artigos. Após essa avaliação criteriosa, foram considerados pertinentes para compor o corpus final da revisão 26 documentos.

A análise dos dados foi conduzida mediante uma abordagem mista, integrando técnicas quantitativas e qualitativas. A análise quantitativa contemplou a extração de indicadores como a frequência de publicações, os principais periódicos e as redes de colaboração entre autores e instituições. Por sua vez, a análise qualitativa buscou aprofundar a compreensão dos conceitos relacionados à ergonomia, as interpretações e aplicações da NR 17, bem como as abordagens metodológicas predominantes, os desafios enfrentados e as lacunas identificadas na literatura.

Esse rigoroso processo metodológico assegurou a transparência e a profundidade analítica necessárias para identificar os principais achados sobre a aplicação da ergonomia e da NR 17, permitindo traçar comparações entre o contexto brasileiro e o cenário internacional, além de apontar oportunidades futuras de pesquisa. A questão norteadora que guiou esta revisão sistemática foi: “Quais são os principais conceitos, práticas e desafios relacionados à aplicação da ergonomia e da NR 17 discutidos na literatura científica entre 2019 e 2025, e como essas questões se manifestam no contexto brasileiro em comparação ao cenário internacional?”

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do software Bibliometrix revelou-se uma ferramenta fundamental para a identificação e análise dos principais autores que vêm desempenhando um papel de destaque no desenvolvimento da temática investigada. Através do processamento e quantificação das publicações indexadas nas bases de dados, foi possível mapear com precisão os pesquisadores que mais contribuem para o avanço do conhecimento na área. Essa identificação não apenas evidencia a liderança intelectual e científica desses autores, mas também permite uma compreensão mais ampla sobre as redes de colaboração, tendências de pesquisa e focos temáticos predominantes. Além disso, esse mapeamento serve como uma base estratégica para a escolha de referências teóricas robustas, possibilitando a construção de um embasamento sólido para futuros estudos e aprofundamentos na área.

O Gráfico 1 ilustra, de forma clara e objetiva, a evolução da produção científica anual relacionada à temática analisada, abrangendo o período de 2019 a 2024. O gráfico evidencia não apenas a quantidade de publicações por ano, mas também revela as oscilações e tendências que marcaram a trajetória de interesse e desenvolvimento acadêmico sobre o tema ao longo dos últimos anos.

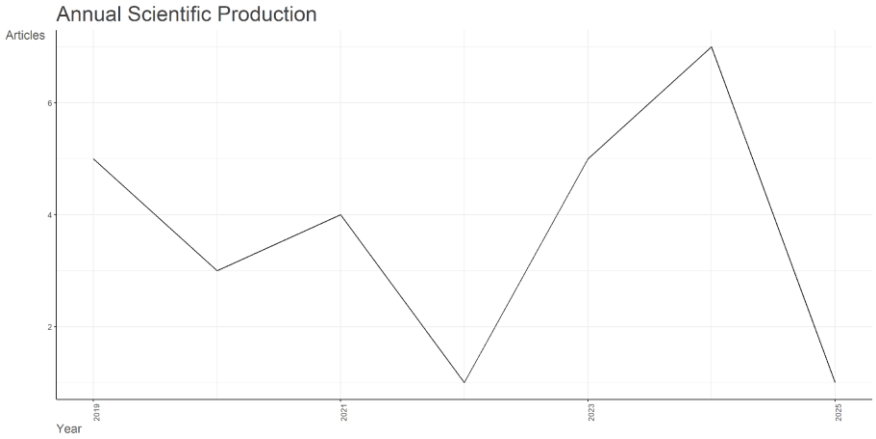


Gráfico 1: Produções científicas por ano
Fonte: Dados da pesquisa

A análise do gráfico permite identificar uma trajetória marcada por variações significativas na produção científica anual. O ano de 2019 apresentou um volume considerável de publicações, com cinco artigos, configurando-se como um período de expressiva atividade acadêmica. Em 2020, observa-se uma retração na quantidade de publicações, caindo para três artigos, o que pode indicar um arrefecimento temporário no interesse pelo tema ou dificuldades enfrentadas pelo meio acadêmico naquele período. Em 2021, há uma leve recuperação, com quatro publicações, sinalizando um possível reaquecimento das investigações. Contudo, em 2022 ocorre a maior queda do período analisado, com apenas um artigo publicado, representando um ponto crítico na curva da produção científica. Esse declínio pode ser atribuído a diversos fatores, como mudanças nas linhas de financiamento, redirecionamento das agendas de pesquisa ou mesmo à saturação temporária das investigações sobre o tema.

A partir de 2023, percebe-se uma inflexão positiva, com um aumento significativo na produção científica, que volta a atingir o patamar de cinco publicações. Este movimento ascendente se intensifica em 2024, ano em que se registra o pico da produção, com sete artigos publicados, configurando-se como o período de maior efervescência e interesse acadêmico em relação ao tema. Entretanto, essa tendência de crescimento não se manteve, uma vez que, em 2025, observa-se uma queda abrupta, retornando ao nível mais baixo do ciclo, com apenas um artigo publicado. Tal oscilação pode ser explicada por diversos fatores contextuais e estruturais, como o redirecionamento das prioridades de pesquisa para novas áreas emergentes, a conclusão de projetos anteriormente iniciados ou alterações nas políticas institucionais de fomento à pesquisa. Portanto, a análise dessas flutuações revela não apenas o comportamento cíclico da produção científica, mas também aponta para a necessidade de se considerar fatores externos e estruturais que influenciam diretamente a dinâmica das publicações acadêmicas em uma determinada área do conhecimento.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição da produção científica entre os autores mais relevantes, destacando aqueles que possuem maior número de publicações na temática analisada. Demonstra assim, de forma clara e visual, a concentração e a dispersão da

produção entre diferentes pesquisadores, permitindo identificar os principais protagonistas na área.

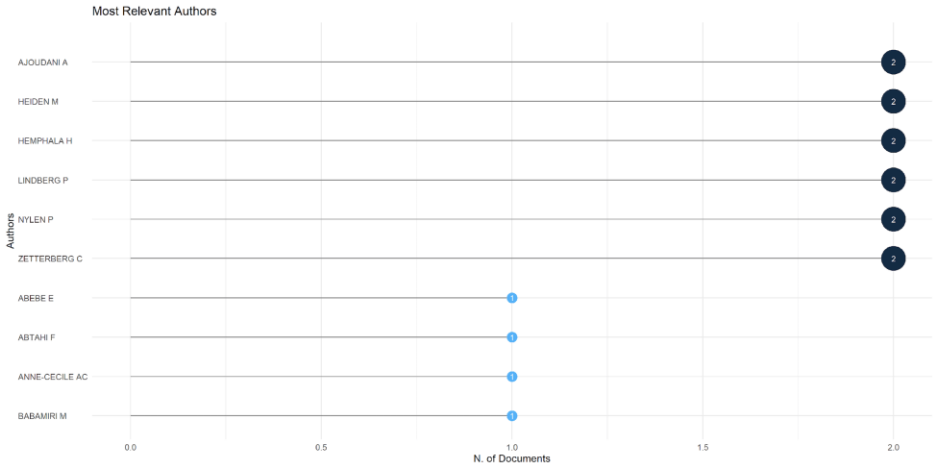


Gráfico 2: Produções científicas por autores
Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que seis autores se destacam com o maior volume de publicações, cada um com dois documentos registrados. Entre eles estão Ajoudani A., Heiden M., Hemphala H., Lindberg P., Nylen P. e Zetterberg C., evidenciando uma liderança compartilhada na produção científica do campo. Este equilíbrio entre múltiplos pesquisadores com número similar de contribuições pode sugerir a existência de grupos de pesquisa consolidados ou colaborações interinstitucionais que vêm impulsionando o avanço do conhecimento sobre o tema. Além disso, tal configuração revela que, embora não haja uma figura dominante com expressivo número de publicações, há um núcleo significativo de pesquisadores atuantes.

Por outro lado, outros quatro autores: Abebe E., Abtahi F., Anne-Cecile AC e Babamiri M., aparecem com uma publicação cada, compondo o grupo de pesquisadores com contribuições pontuais, mas ainda assim relevantes para a formação do corpo teórico sobre a temática. Essa diversidade na distribuição das publicações evidencia um campo em expansão, onde múltiplos pesquisadores contribuem com investigações específicas que, somadas, enriquecem o debate acadêmico. A análise dessa distribuição é fundamental para compreender o grau de maturidade do tema, bem como para identificar possíveis oportunidades de colaboração científica e lacunas que podem ser exploradas por novas pesquisas.

Outro aspecto relevante da análise bibliométrica refere-se à identificação dos documentos com maior número de citações globais, conforme apresentado no Gráfico 3. Essa visualização permite compreender quais estudos exerceram maior influência e foram mais referenciados no desenvolvimento das pesquisas relacionadas ao tema.

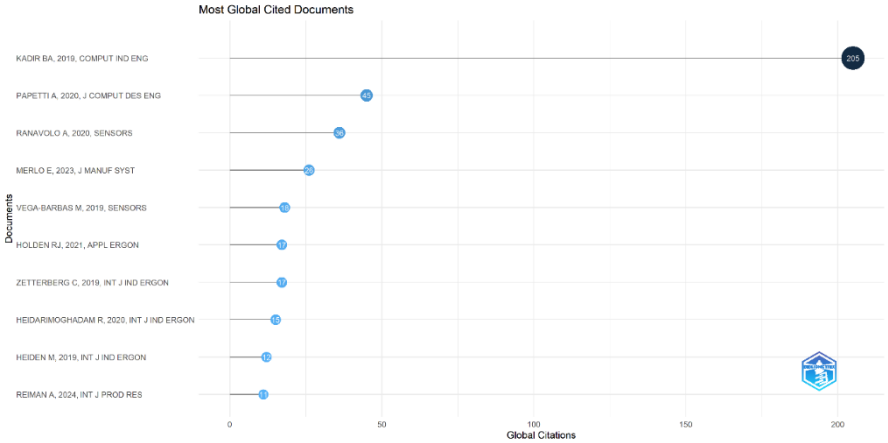


Gráfico 3: Identificação dos documentos com maior número de citações globais
Fonte: Dados da pesquisa

O gráfico 3 demonstra que o artigo mais citado é o de Kadir BA (2019), publicado no periódico *Computers & Industrial Engineering*, com expressivas 205 citações, destacando-se de maneira significativa em relação aos demais. Esse número expressivo de citações indica não apenas a qualidade e relevância do estudo, mas também seu papel central na consolidação teórica e metodológica do tema em questão. Logo após, aparecem os trabalhos de Papetti A. (2020), com 45 citações, e Ranavolo A. (2020), com 36 citações, ambos evidenciando relevância moderada, mas ainda significativa, dentro da literatura especializada.

Na sequência, observa-se um grupo de publicações com impacto médio abaixo, como os estudos de Merlo E. (2023), com 26 citações, e Vega-Barbas M. (2019), com 18 citações, entre outros. A distribuição das citações revela um cenário em que poucos artigos concentram grande parte do reconhecimento acadêmico, enquanto a maioria apresenta um impacto mais restrito, típico de áreas ainda em consolidação ou com forte segmentação temática. Esta análise é fundamental para mapear as obras de referência que devem ser priorizadas em futuras revisões de literatura, bem como para identificar tendências e possíveis lacunas ainda pouco exploradas.

O diagrama de coocorrência apresentado na Figura 02 a seguir, as principais conexões entre os termos mais frequentes nas publicações analisadas. Esse tipo de representação gráfica permite visualizar de maneira clara as relações conceituais estabelecidas na literatura, destacando os principais focos e tendências da área de estudo.

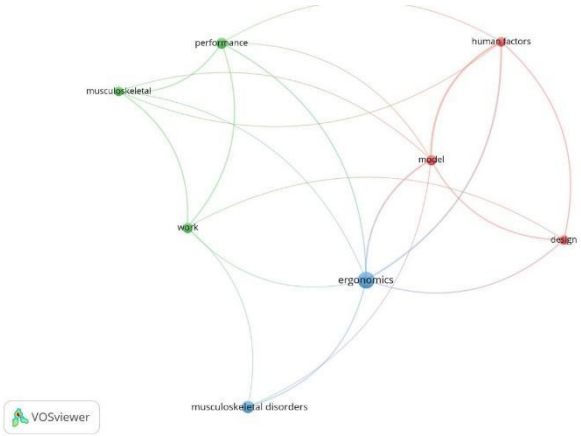


Figura 2: Diagrama de coocorrência
Fonte: Dados da pesquisa

A visualização revela que "*ergonomics*" atua como o termo central, conectando-se a diversas expressões que refletem tanto preocupações com a saúde quanto com a eficiência no ambiente de trabalho. Notadamente, observa-se uma forte associação com "*musculoskeletal disorders*" e "*work*", indicando que grande parte das pesquisas está direcionada à prevenção de doenças musculoesqueléticas no contexto ocupacional. O grupo de termos em verde reforça essa perspectiva, ao conectar "*musculoskeletal*" com "performance", sugerindo que o desempenho no trabalho é uma variável frequentemente analisada em relação às condições ergonômicas.

Por outro lado, um conjunto de termos destacados em vermelho como "*model*", "*human factors*" e "*design*" aponta para uma linha de investigação focada na elaboração de modelos ergonômicos que levem em consideração aspectos humanos no processo de concepção e desenvolvimento de sistemas. Esse foco evidencia uma preocupação com o design centrado no usuário, buscando otimizar não apenas a segurança, mas também a eficiência e a usabilidade. A interligação entre os diferentes grupos de termos confirma a natureza multidimensional das pesquisas em ergonomia, abrangendo desde aspectos físicos e biomecânicos até fatores cognitivos e organizacionais.

A análise bibliométrica realizada revelou um panorama significativo sobre os autores mais relevantes na área de ergonomia e fatores relacionados. O primeiro gráfico indicou que autores como AJoudani A, Heiden M, Hemphala H, Lindberg P, Nylen P e Zetterberg C lideram a produção acadêmica, cada um com dois documentos publicados. Esse resultado evidencia uma distribuição relativamente equilibrada, sem a presença de um autor hegemônico, mas sim um núcleo de pesquisadores que contribuem de maneira expressiva e recorrente para o avanço dos estudos no campo.

A presença de vários autores com dois documentos publicados sugere uma colaboração ativa entre especialistas e uma diversificação nas abordagens metodológicas e temáticas. Esse cenário é típico de áreas em consolidação, onde múltiplos grupos de pesquisa buscam desenvolver modelos, teorias e aplicações práticas que envolvam aspectos ergonômicos, desempenho humano e segurança ocupacional. A atuação desses autores em diferentes instituições também favorece a disseminação e a troca de conhecimento entre comunidades científicas.

O segundo gráfico complementou essa visão ao apresentar a produção total por autor, reforçando o padrão de equilíbrio identificado anteriormente. A existência de outros autores com apenas um documento publicado, como Abebe E, Abtahi F, Anne-Cecile AC e Babamiri M, demonstra que há uma ampla participação de pesquisadores, ainda que muitos deles possuam uma contribuição inicial ou pontual ao tema. Esse aspecto é importante, pois aponta para o potencial de expansão futura da área, com novos autores que podem consolidar-se como referências nos próximos anos.

Esse perfil de produção diversificada pode estar relacionado ao caráter interdisciplinar da ergonomia, que envolve conhecimentos provenientes da engenharia, psicologia, fisioterapia, medicina do trabalho e design. A partir dessa interdisciplinaridade, novos pesquisadores ingressam na área, trazendo perspectivas distintas que enriquecem o campo e ampliam as possibilidades de desenvolvimento de soluções inovadoras para problemas ergonômicos em ambientes produtivos e organizacionais.

O terceiro gráfico, que destaca os documentos mais citados globalmente, evidenciou a grande influência de determinados trabalhos, especialmente o artigo de Kadir BA, publicado em 2019 no periódico Computers & Industrial Engineering, com expressivos 205 citações. Esse dado sinaliza que há produções que, mesmo em meio a uma distribuição

equilibrada de autores, conseguem atingir um impacto substancial na comunidade científica internacional, servindo como referência obrigatória para estudos subsequentes.

Esse mesmo gráfico revelou ainda a presença de outras publicações com número significativo de citações, como os trabalhos de Papetti A (45 citações), Ranavolo A (36) e Merlo E (26). Esses documentos tratam de temas emergentes, como o uso de sensores na ergonomia, manufatura inteligente e modelos computacionais para análise ergonômica, indicando uma tendência clara de incorporação de tecnologias avançadas nas práticas e estudos relacionados à ergonomia e ao desempenho humano.

A forte concentração de citações em alguns poucos documentos destaca um fenômeno típico das áreas científicas: a formação de “papers seminais” que orientam e norteiam linhas de investigação. Esses documentos de alta citação acabam funcionando como pilares conceituais e metodológicos, inspirando outros pesquisadores a aprofundar ou validar suas propostas com base nesses estudos. Ao mesmo tempo, essa concentração evidencia a necessidade de maior diversificação em termos de produção altamente citada, o que pode ocorrer com a maturação das pesquisas emergentes identificadas.

Em consonância com esses resultados, a análise das palavras-chave coocorrentes, representada pela última visualização, proporcionou insights importantes sobre os conceitos mais centrais e as relações temáticas predominantes na literatura. O termo “ergonomics” aparece como o nó central da rede, fortemente conectado a expressões como “musculoskeletal disorders”, “work”, “performance” e “human factors”. Tal configuração evidencia que os estudos ergonômicos continuam profundamente comprometidos com a prevenção de doenças ocupacionais e a melhoria das condições de trabalho.

O agrupamento em verde, que inclui termos como “musculoskeletal”, “performance” e “work”, sugere uma linha temática robusta dedicada à investigação do impacto das condições ergonômicas sobre o desempenho profissional e a saúde musculoesquelética dos trabalhadores. Isso denota a continuidade de uma agenda clássica na ergonomia, preocupada com a redução de riscos ocupacionais e o aprimoramento das práticas laborais, mas que agora passa a integrar novos métodos de avaliação e análise, como sensores e modelagens biomecânicas.

Já o cluster em vermelho, composto por termos como “model”, “human factors” e “design”, aponta para uma direção complementar, mais voltada ao desenvolvimento de modelos e sistemas projetados com foco no fator humano. Essa vertente demonstra a evolução da ergonomia para além da análise dos riscos físicos, abrangendo aspectos cognitivos e psicossociais, bem como a incorporação de princípios do design centrado no usuário, fundamentais para a criação de ambientes mais seguros e eficientes.

Essa organização temática reforça a visão contemporânea da ergonomia como um campo multidimensional, que combina a análise das capacidades físicas e mentais dos indivíduos com a concepção de sistemas produtivos e organizacionais. Além disso, a presença do termo “model” indica uma tendência crescente de formalização e padronização de métodos ergonômicos, utilizando ferramentas computacionais, simulações e modelos preditivos para apoiar decisões no planejamento de ambientes de trabalho.

Em síntese, os resultados obtidos por meio dessa análise bibliométrica e de coocorrência revelam um campo em expansão, com pesquisadores e publicações altamente relevantes, além de tendências claras que apontam para a incorporação crescente de tecnologias digitais e metodologias avançadas. Esses achados são fundamentais para orientar futuras pesquisas, destacando a importância da integração entre as diferentes áreas do conhecimento e o desenvolvimento contínuo de práticas ergonômicas mais eficazes e sustentáveis.

A análise SWOT realizada neste estudo revelou um panorama abrangente acerca das implicações das mudanças na NR 17 para a ergonomia no ambiente de trabalho. Entre as forças, destacam-se a valorização da segurança e saúde ocupacional por meio da obrigatoriedade da Avaliação Ergonômica Preliminar (AEP), a padronização das práticas ergonômicas e o alinhamento com padrões internacionais. Como fraquezas, foram identificadas dificuldades financeiras e estruturais para pequenas e médias empresas, a carência de profissionais especializados, além da resistência organizacional à mudança. No campo das oportunidades, sobressaem o desenvolvimento de soluções tecnológicas, o fortalecimento da cultura preventiva, a abertura para novos mercados relacionados à ergonomia e o incremento da produtividade. Por fim, as ameaças incluem o risco de judicialização, o custo elevado de adequação, a possibilidade de fiscalização ineficiente e a necessidade contínua de atualização frente ao avanço tecnológico.

Tabela 01: Análise SWOT de mudanças na NR 17 e ergonomia no trabalho

Forças	**Fraquezas**
Fortalecimento da segurança e saúde ocupacional com a obrigatoriedade da AEP.	Dificuldades financeiras e estruturais para pequenas e médias empresas implementarem as mudanças.
Padronização das práticas ergonômicas, promovendo clareza e uniformidade.	Carência de profissionais especializados em ergonomia para a correta aplicação da norma.
Alinhamento com padrões internacionais de ergonomia e segurança do trabalho.	Resistência organizacional à mudança, encarada como custo ou entrave à produtividade.
Valorização do trabalhador, com foco na adaptação às suas características psicofisiológicas.	Desconhecimento e falta de capacitação sobre as novas diretrizes, dificultando sua implementação.
OPORTUNIDADES	**AMEAÇAS**
Desenvolvimento de soluções tecnológicas como sensores, softwares e modelos computacionais para análise ergonômica.	Aumento da judicialização e de passivos trabalhistas devido à não conformidade ou interpretação inadequada da norma.
Fortalecimento da cultura preventiva nas empresas, priorizando a saúde ocupacional.	Custo elevado para adaptação, especialmente em setores tradicionais e menos capitalizados.
Expansão de mercados para serviços e produtos ergonômicos, como consultorias e equipamentos especializados.	Fiscalização ineficiente pode comprometer a eficácia da norma e manter práticas inadequadas.
Incremento da produtividade com a redução de doenças ocupacionais e absenteísmo.	Necessidade constante de atualização das práticas, diante do rápido avanço tecnológico e científico.

Fonte: Dados da pesquisa

As forças e oportunidades identificadas indicam que a revisão da NR 17 possui um grande potencial para transformar positivamente o cenário da ergonomia no Brasil, promovendo não apenas melhorias significativas na qualidade de vida dos trabalhadores, mas também ganhos operacionais para as organizações. A obrigatoriedade de práticas como a AEP e a ênfase na adaptação das tarefas às características psicofisiológicas dos colaboradores podem, a médio e longo prazo, reduzir índices de doenças ocupacionais e absenteísmo, fortalecendo uma cultura de prevenção e segurança. Além disso, a crescente demanda por soluções tecnológicas em ergonomia estimula o desenvolvimento de novos produtos e serviços, fomentando um ecossistema inovador que articula saúde ocupacional e eficiência produtiva.

Por outro lado, as fraquezas e ameaças mapeadas revelam que a efetividade das mudanças depende de diversos fatores críticos, entre eles a capacidade das organizações de superar barreiras econômicas e culturais. A falta de profissionais qualificados, somada à possível resistência à mudança, pode comprometer a correta implementação das novas diretrizes, especialmente em empresas de menor porte. Além disso, a fiscalização insuficiente e a dificuldade em manter as práticas atualizadas frente ao acelerado avanço tecnológico representam riscos concretos à consolidação dos benefícios pretendidos pela revisão normativa. Assim, é imprescindível que políticas públicas e ações de capacitação sejam articuladas para mitigar tais vulnerabilidades e potencializar os aspectos positivos das transformações em curso.

3.1 O ESTADO DA ARTE DA EVOLUÇÃO DA ERGONOMIA E AS MUDANÇAS NA NR 17

A ergonomia no ambiente de trabalho tem passado por constantes transformações ao longo das décadas, impulsionadas pelo avanço das ciências ocupacionais e pela necessidade de melhorar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores (Salmon *et al.*, 2025; Dominguez-Alfaro, 2021). Desde os primeiros estudos ergonômicos no início do século XX, a preocupação com a adaptação das condições laborais às capacidades humanas evoluiu significativamente (Heiden *et al.*, 2019). No Brasil, a NR 17 desempenha um papel fundamental na definição das diretrizes ergonômicas dentro das empresas, garantindo que os trabalhadores executem suas atividades de maneira segura e eficiente (Ji *et al.*, 2023; Da Silva, 2024).

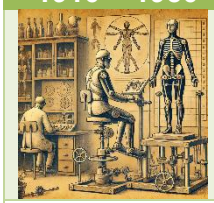
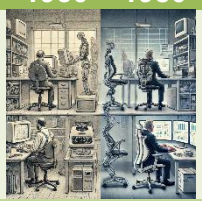
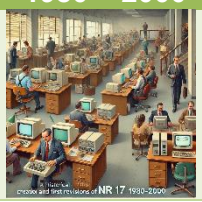
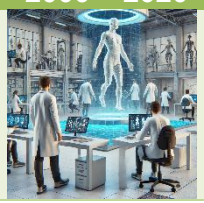
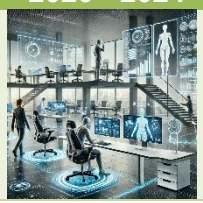
1910 – 1950	1950 – 1980	1980 – 2000	2000 – 2020	2020 - 2024
				
Primeiros estudos em ergonomia	Consolidação da ergonomia como ciência	Criação e primeiras revisões da NR 17	Avanços tecnológicos e novos desafios	Mudanças recentes e o futuro da ergonomia

Figura 3: Linha do Tempo: Evolução da Ergonomia e da NR 17
Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 3 ilustra a evolução da NR 17 e seu impacto no ambiente de trabalho ao longo dos anos. Os primeiros estudos sobre ergonomia surgiram entre 1910 e 1950, com foco na adaptação das condições laborais às capacidades humanas. Durante esse período, a Revolução Industrial e as guerras mundiais impulsionaram pesquisas voltadas para o aumento da produtividade e a redução da fadiga no trabalho (Bieleman *et al.*, 2021). Foi nessa época que surgiram os primeiros conceitos científicos relacionados à ergonomia, especialmente na Europa e nos Estados Unidos (Kadir; Broberg; Da Conceição, 2019; Holden; Abebe, 2021).

Entre 1950 e 1980, a ergonomia consolidou-se como campo essencial para a segurança do trabalho. Com o avanço das indústrias automatizadas, surgiram normas ergonômicas voltadas à organização do trabalho e à prevenção de distúrbios musculoesqueléticos (Merlo *et al.*, 2023). No contexto brasileiro, esse período foi marcado pelo crescimento industrial e pela necessidade de regulamentações específicas para a saúde e o bem-estar dos trabalhadores (Heiden *et al.*, 2019; Kasovic *et al.*, 2024).

A NR 17 foi criada em 1983, estabelecendo diretrizes para a adaptação do ambiente de trabalho às características fisiológicas e psicológicas dos trabalhadores. Durante os anos 1990 e início dos anos 2000, a norma passou por revisões importantes, incorporando aspectos relacionados à digitalização do trabalho e ao crescimento da automação industrial. Entre 2000 e 2020, a rápida evolução da tecnologia e o crescimento da Indústria 4.0 trouxeram desafios ergonômicos inéditos.Com o aumento do uso de computadores e a digitalização do trabalho, novas atualizações da NR 17 foram introduzidas para abordar questões como pausas para descanso, mobiliário ergonômico e a saúde mental dos trabalhadores (Barcellini *et al.*, 2023).

Além disso, as metodologias de avaliação ergonômica se tornaram mais sofisticadas, incorporando novas ferramentas estatísticas e tecnológicas (Heiden *et al.*, 2019). Além disso, intervenções práticas, como o treinamento com exoesqueletos passivos, mostram como as soluções ergonômicas podem evoluir para atender às demandas da força de trabalho moderna (Jakobsen *et al.*, 2024; Reese; Hurley; Cavender, 2024).

As mudanças mais recentes na NR 17, implementadas entre 2021 e 2024, refletiram a necessidade de adaptação às novas realidades do mercado de trabalho. A regulamentação passou a abranger aspectos como ergonomia cognitiva, biomecânica e o uso de tecnologias assistivas (Ranavolo *et al.*, 2020). Além disso, sensores vestíveis, inteligência artificial e big data começaram a ser utilizados para monitorar e ajustar as condições de trabalho em tempo real (Jakobsen *et al.*, 2024). Técnicas avançadas, como machine learning, também são aplicadas para detectar alterações na fadiga dos trabalhadores, promovendo intervenções mais precisas (Hawley; Hamilton-Wright; Fischer, 2023).

4 CONCLUSÃO

As recentes alterações na NR 17 representam um marco importante na evolução da ergonomia no Brasil, estabelecendo novos parâmetros que buscam aprimorar a saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores. A obrigatoriedade da AEP e a ênfase na alternância postural consolidam uma abordagem mais sistemática e preventiva, alinhada com as melhores práticas internacionais. Esse movimento evidencia o compromisso das autoridades reguladoras com a promoção de ambientes laborais mais seguros e produtivos.

A revisão sistemática da literatura realizada neste estudo permitiu mapear de maneira abrangente as tendências, desafios e oportunidades decorrentes das mudanças na NR 17. A análise bibliométrica destacou o protagonismo de determinados autores e instituições, bem como a emergência de linhas de pesquisa voltadas ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para aplicação ergonômica. Além disso, a análise de coocorrência de termos revelou o fortalecimento de temas clássicos da ergonomia, como a prevenção de distúrbios musculoesqueléticos, e a ascensão de novos focos, especialmente aqueles relacionados ao design centrado no usuário e à incorporação de modelos computacionais.

A análise SWOT realizada destacou que, embora existam forças significativas associadas à revisão normativa como a padronização das práticas ergonômicas e a valorização do trabalhador, persistem importantes fraquezas e ameaças que podem comprometer sua plena implementação. A resistência organizacional, as dificuldades financeiras e a carência de profissionais qualificados são obstáculos que precisam ser superados. Por outro lado, as oportunidades abertas pelo avanço tecnológico e pela crescente valorização da cultura preventiva criam um ambiente favorável para a consolidação de uma ergonomia mais eficiente e sustentável.

Nesse sentido, é fundamental que as organizações adotem uma postura proativa frente às novas exigências, investindo em capacitação, inovação e na construção de uma cultura organizacional que valorize a saúde ocupacional como um elemento estratégico. Do mesmo modo, cabe ao poder público e às entidades representativas oferecer suporte por meio de políticas de incentivo, linhas de financiamento e programas de formação que facilitem a adaptação das empresas, especialmente aquelas de menor porte, ao novo cenário regulatório.

Com isso este estudo contribui para a compreensão dos impactos das mudanças na NR 17, oferecendo uma base teórica e prática para gestores, ergonomistas e profissionais de segurança do trabalho. Reforça-se, assim, a importância de abordagens integradas, que considerem as múltiplas dimensões da ergonomia e suas interações com o contexto organizacional. Futuras pesquisas podem aprofundar a investigação sobre os efeitos dessas mudanças em setores específicos, bem como explorar as potencialidades de novas tecnologias no apoio à gestão ergonômica, consolidando a ergonomia como um pilar essencial para ambientes de trabalho mais saudáveis, produtivos e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BARCELLINI, Flore; BÉARÉE, Richard; BENCHEKROUN, Tarik H.; BOUNOUAR, Mehdi; BUCHMANN, Walter; DUBEY, Gautam; LAFEUILLADE, Aline C.; MORICOT, Clément; ROSSELIN-BAREILLE, Clémence; SARACENO, Martina; SIADAT, Abderrahmane. Promises of industry 4.0 under the magnifying glass of interdisciplinarity: revealing operators and managers work and challenging collaborative robot design. *Cognition, Technology & Work*, Londres: Springer London Ltd, v. 25, n. 2-3, p. 251-271, ago. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s10111-023-00726-6. Acesso em: 26 maio 2025.

BIELEMAN, Hendrik J.; RIJKEN, Niels H. M.; RENEMAN, Michiel F.; OOSTERVELD, Fred G. J.; SOER, Remko. Changes in kinematics and work physiology during progressive lifting in healthy adults. *Applied Ergonomics*, Oxford: Elsevier Sci Ltd, v. 94, jul. 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103396. Acesso em: 26 maio 2025.

DA SILVA, Ana M. A.; CUSTODIO, Saulo D.; RODRIGUES, Lucas D.; SETÚBAL, Fernando A. D.; CANTO, Silvia A. E.; OLIVEIRA, Guilherme L. D.; DOS SANTOS, Ana L. N. M.; BOTELHO, Wilson L.; MESQUITA, André L. A. Modal, structural, and comfort analyses for improving customized bicycles for recreational ridings of people with disabilities. *Vibration*, Basel: MDPI, v. 7, n. 3, p. 687-704, set. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/vibration7030036. Acesso em: 26 maio 2025.

DOMINGUEZ-ALFARO, Daniel; MENDOZA-MUÑOZ, Iván; MONTOYA-REYES, María I.; NAVARRO-GONZÁLEZ, Carlos R.; CRUZ-SOTELO, Samuel E.; VARGAS-BERNAL, Octavio Y. ErgoVSM: a new tool that integrates ergonomics and productivity. *Journal of Industrial Engineering and Management*, Barcelona: OmniaScience, v. 14, n. 3, p. 552-569, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3926/jiem.3507. Acesso em: 26 maio 2025.

HAWLEY, Samantha J.; HAMILTON-WRIGHT, Andrew; FISCHER, Steven L. Detecting subject-specific fatigue-related changes in lifting kinematics using a machine learning approach. *Ergonomics*, Abingdon: Taylor & Francis Ltd, v. 66, n. 1, p. 113-124, 2 jan. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2022.2061052. Acesso em: 26 maio 2025.

HEIDARIMOGHADAM, Reza; MOHAMMADFAM, Iraj; BABAMIRI, Mohammad; SOLTANIAN, Ali R.; KHOTANLOU, Hamid; SOHRABI, Mohammad S. Study protocol and baseline results for a quasi-randomized control trial: an investigation on the effects of ergonomic interventions on work-related musculoskeletal disorders, quality of work-life and productivity in knowledge-based companies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Amsterdam: Elsevier, v. 80, nov. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103030. Acesso em: 26 maio 2025.

HEIDEN, Marina; ZETTERBERG, Camilla; LINDBERG, Per; NYLÉN, Per; HEMPHÄLÄ, Håkan. Validity of a computer-based risk assessment method for visual ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Amsterdam: Elsevier, v. 72, p. 180-187, jul. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2019.05.006. Acesso em: 26 maio 2025.

HOLDEN, Richard J.; ABEBE, Emebet. Medication transitions: vulnerable periods of change in need of human factors and ergonomics. *Applied Ergonomics*, Londres: Elsevier Sci Ltd, v. 90, jan. 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103279. Acesso em: 26 maio 2025.

JAKOBSEN, Louise S.; SAMANI, Afshin; DESBROSSES, Kevin; DE ZEE, Mark; MADELEINE, Pascal. In-field training of a passive back exoskeleton changes the biomechanics of logistic workers. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics & Human Factors*, Filadélfia: Taylor & Francis Inc, v. 12, n. 3, p. 149-161, 2 jul. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/24725838.2024.2359371. Acesso em: 26 maio 2025.

JI, Xiaoxing; HETTIARACHCHIGE, Ruwan O.; LITTMAN, Alexander L. E.; LAVERY, Nicole L.; PIOVESAN, Davide. Prevent workers from injuries in the brewing company via using digital human modelling technology. *Applied Sciences*, Basel: MDPI, v. 13, n. 6, art. 3593, mar. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/app13063593. Acesso em: 26 maio 2025.

KADIR, Balsam A.; BROBERG, Ole; DA CONCEIÇÃO, Cristina S. Current research and future perspectives on human factors and ergonomics in Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering*, Oxford: Pergamon-Elsevier Science Ltd, v. 137, nov. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2019.106004. Acesso em: 26 maio 2025.

KASOVIC, Matea; ROZAC, Damir; STEFAN, Anja; STEFAN, Lovro; MILKOVIC, Siniša. Effects of different load carriage on spatiotemporal gait parameters in elite intervention police officers. *Applied Sciences*, Basel: MDPI, v. 14, n. 1, art. 278, jan. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/app14010278. Acesso em: 26 maio 2025.

KOMA, Bonolo S.; BERGH, Anne M.; COSTA-BLACK, Kátia M. Barriers to and facilitators for implementing an office ergonomics programme in a South African research organisation. *Applied Ergonomics*, Londres: Elsevier Sci Ltd, v. 75, p. 83-90, fev. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2018.09.003. Acesso em: 26 maio 2025.

LIBERATI, Alessandro; ALTMAN, Douglas G.; TETZLAFF, Jennifer; MULROW, Cynthia; GØTZSCHE, Peter C.; IOANNIDIS, John P. A.; CLARKE, Mike; DEVEREAUX, P. J.;

KLEIJNEN, Jos; MOHER, David. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *Annals of Internal Medicine*, Filadélfia: American College of Physicians, v. 151, n. 4, p. W-65–W-94, 18 ago. 2009. Disponível em: https://annals.org. Acesso em: 05 maio 2025.

MERLO, Emanuele; LAMON, Enrico; FUSARO, Francesco; LORENZINI, Matteo; CARFI, Andrea; MASTROGIOVANNI, Fulvio; AJOUDANI, Amir. An ergonomic role allocation framework for dynamic human-robot collaborative tasks. *Journal of Manufacturing Systems*, Londres: Elsevier Sci Ltd, v. 67, p. 111-121, abr. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.011. Acesso em: 26 maio 2025.

OJANEN, Tuomas; PIHLAINEN, Kai; VAARA, Jani P.; KYROELAINEN, Heikki. Performance changes during repeated military occupational test and its associations to physical performance. *Ergonomics*, Abingdon: Taylor & Francis Ltd, v. 66, n. 12, p. 2223-2231, 2 dez. 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2023.2193869. Acesso em: 26 maio 2025.

PAPETTI, Alessandro; GREGORI, Francesco; PANDOLFI, Matteo; PERUZZINI, Margherita; GERMANI, Michele. A method to improve workers' well-being toward human-centered connected factories. *Journal of Computational Design and Engineering*, Oxford: Oxford Univ Press, v. 7, n. 5, p. 630-643, out. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1093/jcde/qwaa047. Acesso em: 26 maio 2025.

RANAVOLO, Antonio; AJOUDANI, Amir; CHERUBINI, Andrea; BIANCHI, Matteo; FRITZSCHE, Leonard; IAVICOLI, Sergio; SARTORI, Massimo; SILVETTI, Alessandro; VANDERBORGHT, Bram; VARRECCHIA, Tommaso; DRAICCHIO, Fabio. The sensor-based biomechanical risk assessment at the base of the need for revising of standards for human ergonomics. *Sensors*, Basel: MDPI, v. 20, n. 20, art. 5750, out. 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/s20205750. Acesso em: 26 maio 2025.

REESE, Paul; HURLEY, Rebecca A.; CAVENDER, George A. Enhancing package ergonomics for arthritis consumers: a case study. *Packaging Technology and Science*, Hoboken: Wiley, v. 37, n. 8, p. 735-743, ago. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1002/pts.2821. Acesso em: 26 maio 2025.

REIMAN, Arto; KAIVO-OJA, Jari; PARVIAINEN, Eija; TAKALA, Esa P.; LAURAEUS, Tuomas. Human work in the shift to Industry 4.0: a road map to the management of technological changes in manufacturing. *International Journal of Production Research*, Abingdon: Taylor & Francis Ltd, v. 62, n. 16, p. 5613-5630, 17 ago. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2023.2291814. Acesso em: 26 maio 2025.

SALMON, Paul M.; BURNS, Catherine; BROADBENT, Sarah; CHARI, Subhashis; CLAY-WILLIAMS, Robyn; HANCOCK, Peter A.; JENKINS, Daniel P.; MILLS, Anthony; PARNELL, Kate; PLANT, Katherine L.; READ, Gemma J. M.; SHARPLES, Sarah; SHORROCK, Steven; STANTON, Neville A.; WALKER, Guy H.; WILLIAMS, Christopher; WATERSON, Patrick; YOUNG, Mark S. The Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors at 75: perspectives on contemporary challenges and future directions for Ergonomics and Human Factors. *Ergonomics*, Abingdon: Taylor & Francis Ltd, v. 68, n. 6,

p. 759-775, 3 jun. 2025. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2024.2378355. Acesso em: 26 maio 2025.

VAN DER HOEK-SNIEDERS, Hanneke E. M.; HOUBEN, Rob; DRESCHLER, Wouter A. Detectability of auditory warning signals in the ambient noise of Dutch train cabins. *Ergonomics*, Abingdon: Taylor & Francis Ltd, v. 64, n. 4, p. 474-484, 3 abr. 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2020.1837397. Acesso em: 26 maio 2025.

VEGA-BARBAS, Maria; DIAZ-OLIVARES, José A.; LU, Kai; FORSMAN, Mikael; SEOANE, Fernando; ABTAHI, Farzam. P-Ergonomics Platform: Toward Precise, Pervasive, and Personalized Ergonomics using Wearable Sensors and Edge Computing. *Sensors*, Basel, v. 19, n. 5, p. 1225, 1 mar. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/s19051225. Acesso em: 26 maio 2025.

WOOLDRIDGE, Amber R.; CARMAN, Emily M.; XIE, Andy P. Human Factors and Ergonomics (HFE) applications in responses to the COVID-19 pandemic: Lessons learned and considerations for methods. *Applied Ergonomics*, Oxford, v. 102, jul. 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103733. Acesso em: 26 maio 2025.

ZERGUINE, Hanane; JOHNSTON, Venerina; GOODE, Anna D.; HEALY, Genevieve N. Pilot implementation and evaluation of the Sit-Stand e-Guide: an e-training program on the use of sit-stand workstations. *Ergonomics*, Abingdon, v. 67, n. 12, p. 1845-1862, 1 dez. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2024.2354379. Acesso em: 26 maio 2025.

ZETTERBERG, Camilla; HEIDEN, Marina; LINDBERG, Per; NYLÉN, Patrik; HEMPHÄLÄ, Hampus. Reliability of a new risk assessment method for visual ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Amsterdam, v. 72, p. 71-79, jul. 2019. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2019.04.002. Acesso em: 26 maio 2025.

ZHAO, Ming-Jun; SUN, Jia; NAKADE, Koji. A mathematical model for optimal switching problem of production line based on the OCRA method for ergonomics. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, Tokyo, v. 18, n. 2, 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1299/jamdsm.2024jamdsm0019. Acesso em: 26 maio 2025.