



MACROERGONOMÍA: UN ANÁLISIS DE LA DEFINICIÓN BASADO EN LA LITERATURA

Marcia Gemari Derenevich^{1*}

Juliane Emy Yasue²

Rosimeire Sedrez Bitencourt³

Lia Buarque de Macedo Guimarães⁴

Resumen

El texto aborda la evolución del concepto de ergonomía, desde su definición inicial en el año 2000 por la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE), hasta el desarrollo de la macroergonomía. Inicialmente, la ergonomía se subdividía en tres dominios: físico, cognitivo y organizativo. Sin embargo, en 2020, la AIE revisó este enfoque, enfatizando que la ergonomía no tiene dominios específicos, sino un enfoque holístico que considera varios factores, como físicos, cognitivos, organizacionales y sociotécnicos.

La investigación llevada a cabo implicó la revisión bibliográfica, el análisis de artículos y la clasificación de los conceptos de macroergonomía en tres constructos: enfoque, base o consideración, y objetivos y resultados. Los resultados revelaron que la macroergonomía aborda el sistema sociotécnico en su conjunto, considerando aspectos organizativos, sociales y culturales, entre otros. Entre sus objetivos se encuentra el diseño y optimización de organizaciones y sistemas de trabajo, con el objetivo de mejorar el rendimiento organizacional y el bienestar humano.

Además, la investigación destaca importantes autores y publicaciones en el área, evidenciando la evolución del concepto a lo largo del tiempo. Se concluye que la macroergonomía es un enfoque de la ergonomía que busca optimizar el rendimiento del sistema en su conjunto, integrando aspectos humanos y organizacionales. El texto también rinde homenaje a la contribución de Lia B. de M. Guimarães al desarrollo de la investigación.

Palabras clave: Macroergonomía; Revisión; Definición.

MACROERGONOMICS: AN ANALYSIS OF THE DEFINITION BASED ON LITERATURE

Abstract

The text addresses the evolution of the concept of ergonomics, from its initial definition in 2000 by the International Ergonomics Association (IEA), to the development of macroergonomics. Initially, ergonomics was subdivided into three domains: physical, cognitive and organizational. However, in 2020, the IEA revised this approach, emphasizing that ergonomics

¹ UNIFACEAR. * gemari.marcia@gmail.com.

² PUCPR.

³ PUCPR.

⁴



does not have specific domains, but rather a holistic approach that considers several factors, such as physical, cognitive, organizational and sociotechnical.

The research carried out involved a bibliographic review, analysis of articles and classification of macroergonomics concepts into three constructs: approach, basis or consideration, and objectives and results. The results revealed that macroergonomics addresses the sociotechnical system as a whole, considering organizational, social, cultural aspects, among others. Its objectives include the design and optimization of organizations and work systems, aiming at improving organizational performance and human well-being.

Furthermore, the research highlights important authors and publications in the area, highlighting the evolution of the concept over time. It is concluded that macroergonomics is an approach to ergonomics that seeks to optimize the performance of the system as a whole, integrating human and organizational aspects. The text also pays tribute to the contribution of Lia B. de M. Guimarães to the development of the research.

Keywords: Macroergonomics; Review; Definition.

1. INTRODUCCIÓN

En agosto de 2000, la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) definió la Ergonomía (o Factores Humanos) como la disciplina científica que se dedica al conocimiento de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teorías, principios, datos y métodos a los proyectos con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema (IEA, 2020). Esta misma definición fue adoptada por la Asociación Brasileña de Ergonomía (ABERGO, 2020). La ergonomía busca, a partir del análisis de factores físicos, cognitivos y organizacionales, reducir las consecuencias nocivas del trabajo en el trabajador y aumentar la satisfacción y la salud de los involucrados en el sistema de trabajo (IIDA y GUIMARÃES, 2016).

También en el año 2000, la AIE y ABERGO propusieron que la Ergonomía opera en tres dominios de especialización: la Ergonomía Física, que estudia las características relacionadas con la anatomía, la fisiología, la antropometría y la biomecánica vinculadas a las actividades físicas; la Ergonomía Cognitiva, centrada en los procesos mentales del trabajo, y la Ergonomía Organizacional, que se traduce en la optimización de los sistemas sociotécnicos, incluyendo el sistema organizacional, las políticas y los procesos (AIE, 2020). Sin embargo, centrarse en una sola área de experiencia no siempre es capaz de generar mejoras en el rendimiento y el bienestar. Un ejemplo de este hecho es la investigación de Galvão *et al.* (2012), en la que el enfoque centrado en la ergonomía física y cognitiva no fue capaz de mejorar ni los indicadores de salud ni de rendimiento.



En marzo de 2020, la AIE dejó de considerar estos tres dominios de especialización y destacó que la Ergonomía no tiene dominios específicos, ya que los temas que se abordan son sistémicos. Por lo tanto, esta clasificación no debe utilizarse de forma aislada en aplicaciones prácticas. El enfoque debe ser holístico, considerando factores físicos, cognitivos, sociotécnicos, organizacionales, ambientales, entre otros (IEA, 2020). Esta nueva comprensión está en línea con el enfoque más amplio de la ergonomía, o macroergonomía, que considera cuestiones culturales, organizativas, del proceso de trabajo, entre otros factores, con un enfoque en el sistema productivo en su conjunto (IIDA y GUIMARÃES, 2016).

El objetivo de la macroergonomía es optimizar el funcionamiento de todo sistema, mediante el análisis de las interfaces entre el ser humano y: la organización, la tecnología, el entorno y las personas (GUIMARÃES, 2010). Autores como Hendrick (1996; 2003), Guimarães (2012), Bitencourt (2003), Kleiner (2008) y Derenevich (2017) sostienen que, con la macroergonomía, se logra un aumento en el desempeño organizacional, al contribuir directa e indirectamente a la reducción de desperdicios.

A pesar de la contribución que la macroergonomía puede ofrecer, no solo al bienestar de las personas, sino también al rendimiento del sistema, el enfoque es poco utilizado y comprendido, y se han encontrado diferentes definiciones de macroergonomía. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo revisar las definiciones de macroergonomía encontradas en la literatura para comprender mejor el concepto y elaborar sus aspectos dentro de los siguientes constructos: A) Enfoque, B) Base o Consideración y C) Objetivos y Resultados.

Para ello, esta investigación se estructuró en las siguientes etapas: 1) Revisión de artículos publicados que mencionan la macroergonomía; 2) Esquema de la definición de macroergonomía y encuadre en los constructos; 3) Análisis cualitativo y cuantitativo de las definiciones encontradas; y 4) Establecer una definición de lo que es la macroergonomía, a partir del estudio.

2. DESARROLLO

Como se describe en los procedimientos metodológicos, en el paso 1 se realizó una revisión de los artículos publicados que mencionan la macroergonomía. La búsqueda se realizó entre diciembre de 2018 y marzo de 2019, y se actualizó en enero de 2020, en la plataforma de revistas de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES) como fuente primaria. Como la plataforma contaba con más de 45 mil títulos a texto completo de 130 bases de datos de referencia, inicialmente se seleccionaron artículos en inglés y

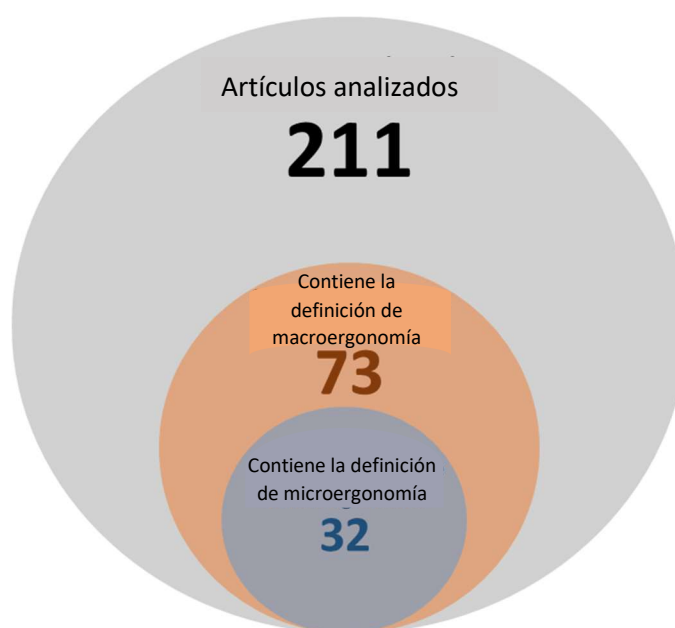


revisados por pares. Por lo tanto, se excluyeron los artículos duplicados y aquellos que no estaban relacionados con el tema. También se insertaron las referencias relevantes aparecidas en la búsqueda inicial y los artículos de la biblioteca personal de los autores, que se ajustaban a los criterios de búsqueda inicial.

Para la estrategia de búsqueda de términos, se cambió el fin de todas las formas de escribir el término "macroergonomía" en inglés, a saber: "macroergonomía", "macroergonomía" y "macro-ergonomía" a "macroergón*", "macro ergón*" y "macro-ergón*". Se obtuvo un resultado de 539 artículos. A continuación, se aplicaron los filtros: artículos, en inglés, sin restricción de tiempo y artículos revisados por pares, lo que hizo que el número de resultados bajara a 190. De estos, tres eran duplicados.

Con el análisis individual de los artículos, se eliminaron 18 publicaciones más que no eran artículos o no estaban en inglés y artículos que no estaban relacionados con el tema. Además, se agregaron 42 artículos a la búsqueda, a partir de las referencias en los artículos visitados y de la biblioteca personal de los autores. Así, la búsqueda dio como resultado un alcance con 211 artículos, de los cuales solo 73 contenían una definición parcial o total de macroergonomía y 32 contenían una definición parcial o total de microergonomía, en la percepción de Derenevich (2020) (Figura 1).

Figura 1 - Representación del número total de artículos estudiados



Fuente: Derenevich, 2020.



Se realizó una encuesta sobre los conceptos y características de lo que se entiende por macroergonomía, qué aspectos debe contener el enfoque macroergonómico, cuál es la relación con la ergonomía organizacional y quiénes son los autores de referencia para cada definición. Para ello, se utilizó la herramienta de búsqueda Adobe Reader® para buscar los términos "macro" y "micro" en los textos y se leyeron íntegramente los artículos que tenían el formato de imagen para encontrar los términos. En consecuencia, se identificaron los fragmentos descritos por los autores como macroergonomía.

A continuación, se realizó un análisis descriptivo con datos del alcance total, de 211 artículos, que contenían publicaciones por año, autores principales, principales lugares de publicación, etc. De la tabulación de los 73 que contenían la definición de ergonomía, se registraron los fragmentos que contenían características de la macroergonomía, y los autores referenciados en las definiciones. Luego, para el paso 2, se tabularon los extractos de los artículos que definieron la macroergonomía y se clasificaron en constructos.

El constructo A, denominado "Enfoque", categoriza cómo se aplica la macroergonomía y qué aspectos utiliza para abordar el sistema. Para el constructo B, denominado "Base o Consideración", se clasifica lo que se sustenta en la teoría y lo que se refiere a la macroergonomía. Para el constructo C, denominado "Objetivos y Resultados", se caracteriza lo que se espera lograr desde el enfoque macroergonómico. En resumen, buscamos responder "¿Qué?", "¿Cómo?" y "¿Para qué?".

En la etapa 3, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de las definiciones encontradas, a partir de: la tabulación de los resultados en relación con el número total de artículos publicados por autores y coautores, y el número total de sus citas; Esbozo de una línea de tiempo con hitos macroergonómicos y agrupación de definiciones similares, desde el punto de vista de Derenevich (2020). En el paso 4 se estableció una definición de lo que es la macroergonomía en cada constructo, a partir de los resultados de los pasos anteriores.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El primer artículo con el nombre de "macroergonomía" aparece en 1985, escrito por Hal Hendrick, quien la entiende como la cuarta fase de la evolución histórica de la ergonomía, y la subdisciplina que se ocupa de la tecnología de la interfaz hombre-organización y es una forma de aumentar el rendimiento general del sistema (HENDRICK, 1985).

Desde entonces, la macroergonomía ha sufrido cambios en su comprensión y aplicación. En este contexto, y con base en el alcance de la investigación, los autores de los artículos fueron



clasificados de acuerdo con el número total de publicaciones que tienen dentro de su propio alcance, como se muestra en la tabla 1. En la Tabla 2 se presenta el ranking considerando solo al autor principal.

Tabla 1 - Ranking de publicaciones por autores y coautores

Autor y coautor	Total de artículos publicados
CARAYÓN, P.	12
AZADEH, A.	9
KUMAR, R.	6
HENDRICK, Hal W.	5
KLEINER, B. M.	5
SMITH, Michael J.	5
GENAIDY, A.	4
GUIMARÃES, L. B. de M.	4
KARWOWSKI, W.	4
AMELLA, T.K.	3
BERGSTRÖM, Johan	3
CLEGG, C. W.	3
GAEINI, Z.	3
HOONAKKER, P. L. T.	3
REALYVASQUEZ, Arturo	3
SAURINA, T. A.	3
WILSON, John R.	3

Fuente: Derenevich, 2020.

Tabla 2 - Ranking de publicaciones - autor principal

Autor principal	Total de artículos publicados
AZADEH, A.	7
CARAYÓN, P.	7
HENDRICK, Hal W.	4
REALYVASQUEZ, A.	3
AMELLA, T.K.	2
BERGSTRÖM, Johan	2
DRURY, Colin G.	2
GENAIDY, Ceniza	2
HIGNETT, S.	2
KLEINER, Brian M.	2
TAVEIRA, A. D.	2

Fuente: Derenevich, 2020.

Cabe destacar que, si bien HENDRICK, H. es conocido como el padre de la Ergonomía, los autores CARAYON, P., AZADEH, A. y KUMAR, R. son los que más se destacaron en el ranking de autores y coautores, con 12, 9 y 6 artículos publicados en total, respectivamente, lo que es comprensible por la muerte de Hal Hendrick en 2011. Cabe destacar que, en Brasil, la única autora en el ranking es GUIMARÃES, L. B. de M., y es coautora de cuatro artículos. En el ranking de autores principales, HENDRICK, H. continúa a la zaga de CARAYON, P. y AZADEH, A. Es importante destacar que investigadores como HENDRICK, H. y

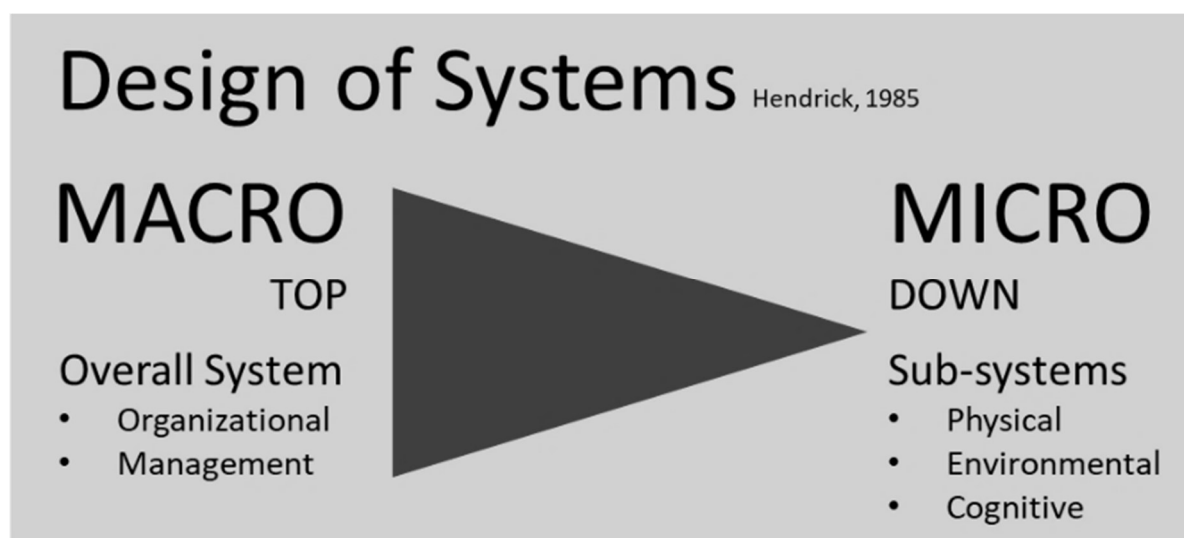


GUIMARÃES, L. B. de M. ya utilizaron el enfoque macro en sus trabajos de ergonomía, sin una definición concreta todavía.

Como fue notorio el aporte de Hendrick, ya que trajo el término macroeconomía, se hizo una representación visual de su definición (Figura 2). Según el autor, esta subdisciplina se encarga de tratar las tecnologías de interfaz humano-organización, analizando desde "arriba" hasta "*abajo*", es decir, desde todo el sistema hasta sus subsistemas, mientras que la microergonomía no es tan integral. Como cita Derenovich (2020) en su trabajo:

"La macroergonomía se diferencia por su carácter macro, por abordar la organización y el sistema en su conjunto, de forma "sistemática y progresiva". De acuerdo con Hendrick (2002), la macroergonomía tarda dos años en incorporarse plenamente a una organización. Esto ocurre precisamente por esta característica, ya que es necesario resolver los problemas paso a paso, pero de forma gradual y constante. Por otro lado, sus resultados aparecen antes de esta fecha, tardando entre 6 y 24 meses en percibir mejoras en el sistema (HENDRICK, 2008)".

Figura 2 - Representación de la definición de macroergonomía desde el punto de vista de Hendrick



Fuente: Derenevich, 2020.

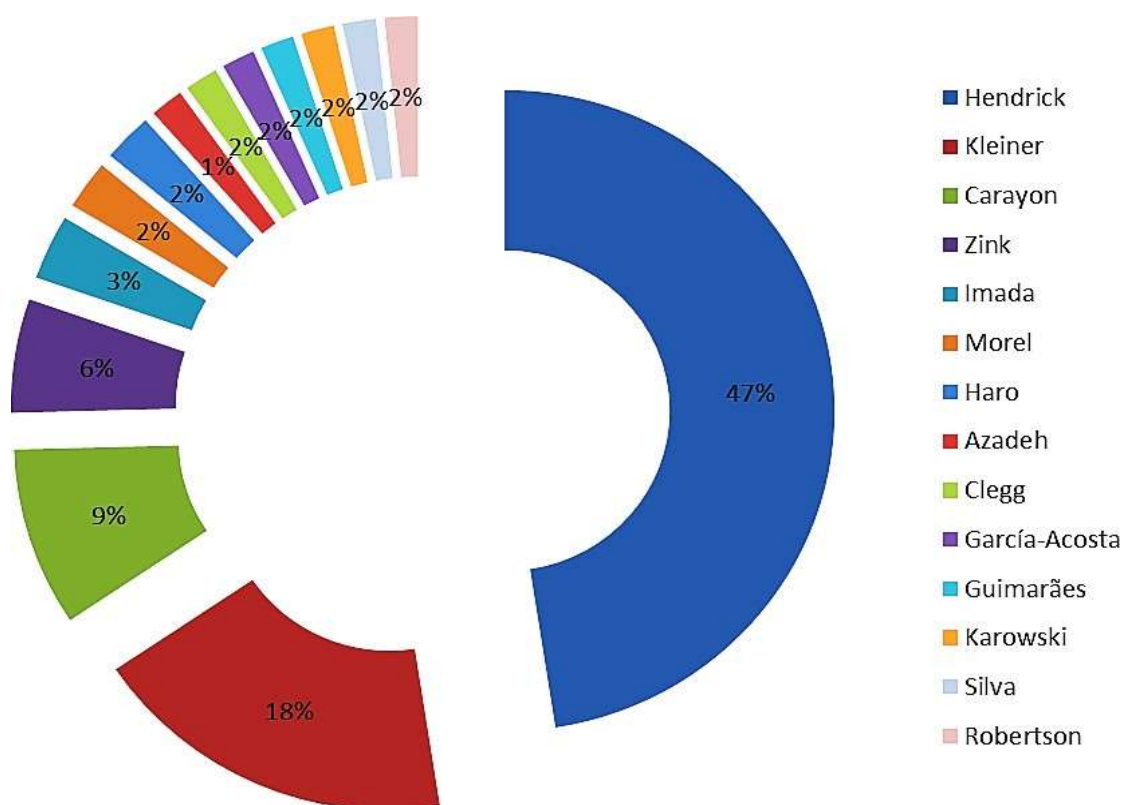
Además, se analizaron y leyeron íntegramente los 73 artículos que contenían alguna definición de macroergonomía. Luego, estos datos fueron tabulados y categorizados con los respectivos autores y el número de observaciones de las referencias citadas para la definición de ergonomía. A partir de esto, se realizó la representación visual de la agrupación de citas, como se puede observar en la figura 3.

Está claro que Hendrick destaca, además de ser un pionero, un referente en macroergonomía, así como otros autores de la secuencia: Kleiner, Carayon, Zink, Imada, entre



otros. La definición de macroergonomía más citada es la de la publicación de Hendrick y Kleiner (2001), con 62 referencias, seguida de las publicaciones de Hendrick (1995, 1997, 2002) y Carayon (2006).

Figura 3- Principales referencias de macroergonomía



Fuente: Derenevich, 2020.

A continuación, se elaboró una línea de tiempo que presenta los hitos, separados cada cinco años. Esta línea de tiempo, presentada en la figura 4, también destaca la aparición de términos dentro de la historia de la macroergonomía, entendidos como importantes en su proceso de evolución. Cabe mencionar que el desarrollo de esta línea de tiempo no se limitó solo a artículos, ya que se basó en varias publicaciones relevantes.

Figura 4 – Hitos de la macroergonomía según los autores



1985	➤ Primeira definição de Macroergonomia (HENDRICK, 1985).
1990	➤ Design e Gestão Organizacional - ODAM (HENDRICK, 1993); ➤ Design Organizacional e Novas Tecnologias (BROWN, 1994); ➤ Otimização do Sistema Organizacional e de trabalho.
1995	➤ Ergonomia Participativa (HENDRICK, 1995; INGELGARD, 1996; NAGAMACHI, 1995); ➤ Análise de Custo de Intervenções Ergonômicas (HENDRICK, 1996); ➤ TQM e Ergonomia (DRURY, 1996).
2000	➤ Ergonomia Organizacional e Social; ➤ Conceitos preventivos e integrativos (ZINK, 2000); ➤ Top-down, middle-out and bottom-up (HENDRICK, 2001); ➤ Mudanças tecnológicas e organizacionais (ROBERTSON, 2001); ➤ Análise de Macroergonomia e Design - MEAD (HENDRICK e KLEINER, 2002); ➤ Alocação de trabalho (WATERSON, GREY & CLEGG, 2002).
2005	➤ Adaptação contínua e melhoria de sistemas sócio-técnicos (CARAYON, 2006); ➤ Melhorias Sociais (RIZNANTO e PUJASAKTI, 2007; STRASSER e ZINK, 2007); ➤ Ergonomia (micro e macro) é potencialmente mais efetiva em países desenvolvidos industrialmente (IDCs) (SCOTT, 2008); ➤ Sistemas de Segurança (HARO & KLEINER, 2008); ➤ Abordagem Lean em processos Ergonômicos (EP) (HELLER-ONO, 2009).
2010	➤ Performance social e econômica (THUN, LEHR & BIERWIRTH, 2011); ➤ “É mais fácil envolver os trabalhadores do que a equipe gerencial” (Guimarães <i>et al.</i>, 2012); ➤ Mapas cognitivos confusos – FCM (ASADZADEH <i>et al.</i>, 2013); ➤ Índice de Estresse Relativo (RSI) (KAZEMI <i>et al.</i>, 2014); ➤ Mesoergonomia (KARSH, WATERSON & HOLDEN, 2014); ➤ Satisfação com o trabalho (HABIBI <i>et al.</i>, 2014); ➤ “A macroergonomia é limitada pela falta de mecanismos específicos através dos quais o sistema dispersa a responsabilidade da segurança em diferentes subsistemas” (MURPHY, ROBERTSON & CARAYON, 2013); ➤ Iniciativa de Engenharia de Sistemas para Segurança do Paciente (SEIPS) (CARAYON <i>et al.</i>, 2014).
2015	➤ Clima de segurança (SCHWATKA <i>et al.</i>, 2016); ➤ Combinação de atividades centradas na Ergonomia para a melhoria de ações (BOLIS e SZNELWAR, 2016); ➤ <i>Green Ergonomics</i> – Sistemas sócio-ecológicos – “Intervenções sustentáveis que focam em comunidades como um todo, respeitando subsistemas ecológicos, socioeconômicos, legais e políticos” (POON, HERATH e SARKER, 2016); ➤ Macroergonomia e fatores de Engenharia de Resiliência Integrada para tomada de decisões (AZADEH <i>et al.</i>, 2016); ➤ Análise macroergonômica e de design de métodos através de métodos matemáticos de <i>supply chain</i> (AZADEH <i>et al.</i>, 2016); ➤ Questionário de Compatibilidade Macroergonômico (MCQ) (VARGAS e ALCARAZ, 2016); ➤ Uso de Indicadores de Performance Chave (KPI) (KARIM, PARTIWI e SUDIARNO, 2018); ➤ Mede a compatibilidade macroergonômica entre subsistemas (MCQ) e sugere o desenvolvimento de análises macroergonômicas e seus resultados práticos (REALYVASQUEZ <i>et al.</i>, 2018); ➤ Modelo Macroergonômico para espaços de trabalho compartilhados (KEKKONE e REIMAN, 2019)
2020	Atual

Fuente: Los autores (2022)



Se observa que, desde la primera definición de macroergonomía dada por Hendrick (1985), el volumen de contribuciones a esta área ha aumentado gradualmente. Con esto, surgieron términos esenciales para la construcción de su definición. Esta evolución también indica la necesidad de delimitar las características de la macroergonomía. En este contexto, y siguiendo las etapas de la investigación, estos aspectos se clasificaron en los constructos Enfoque, Base o consideración y Resultados.

A) Acercarse

Se tabularon las características y aspectos más citados, como se muestra en la Tabla 3. En total, se destacaron 12 enfoques y fueron considerados como los que más representan los aspectos que utiliza la macroergonomía para abordar el sistema. De estos, el "Top-down", propuesto por Hendrick, fue la característica más citada, seguido por la "Ergonomía Participativa", propuesta por Brown.

Tabla 3 - Características de la macroergonomía

Acercarse	Total
De arriba hacia abajo	19
Ergonomía participativa	13
Escala organizativa	4
De abajo hacia arriba	4
Perspectiva multidimensional e interdisciplinaria	4
Interfaz hombre-sistema	2
De medio hacia afuera	2
Intervención y análisis del trabajo ergonómico	2
Diseño Organizacional y Tecnologías de Sistemas	2
Sistemático y progresivo	1
Cualicuantitativo	1
Estructura, métodos y procesos del Sistema Sociotécnico	1
Análisis y Evaluación de Sistemas de Trabajo	1

Fuente: Derenevich, 2020.

A) Fundamento o contraprestación

El constructo o consideración base revela cuáles son los "pilares" que sustentan la teoría de un enfoque macro, así como cuál es el mínimo que debe evaluarse en este caso. En la Tabla 4 se muestra la tabulación de las definiciones de este constructo.

Se observa que más de la mitad del alcance de los artículos (58,9%) considera el sistema sociotécnico como base de la macroergonomía. También es de destacar que existen diferentes interpretaciones de los sistemas sociotécnicos, algunas de las cuales están compuestas por el ser humano, la organización, el entorno y las máquinas; y en otros por los subsistemas de



personal, tecnológico y entorno externo. La consideración del sistema como un todo y de la organización de manera integral también se observan con frecuencia en la literatura.

A partir de estos resultados, la macroergonomía se revela como una forma de integrar aspectos de la cultura y la parte externa de la organización con el rendimiento interno y los problemas de rendimiento.

Tabla 4 - Definición de Bases o Consideraciones para la macroergonomía

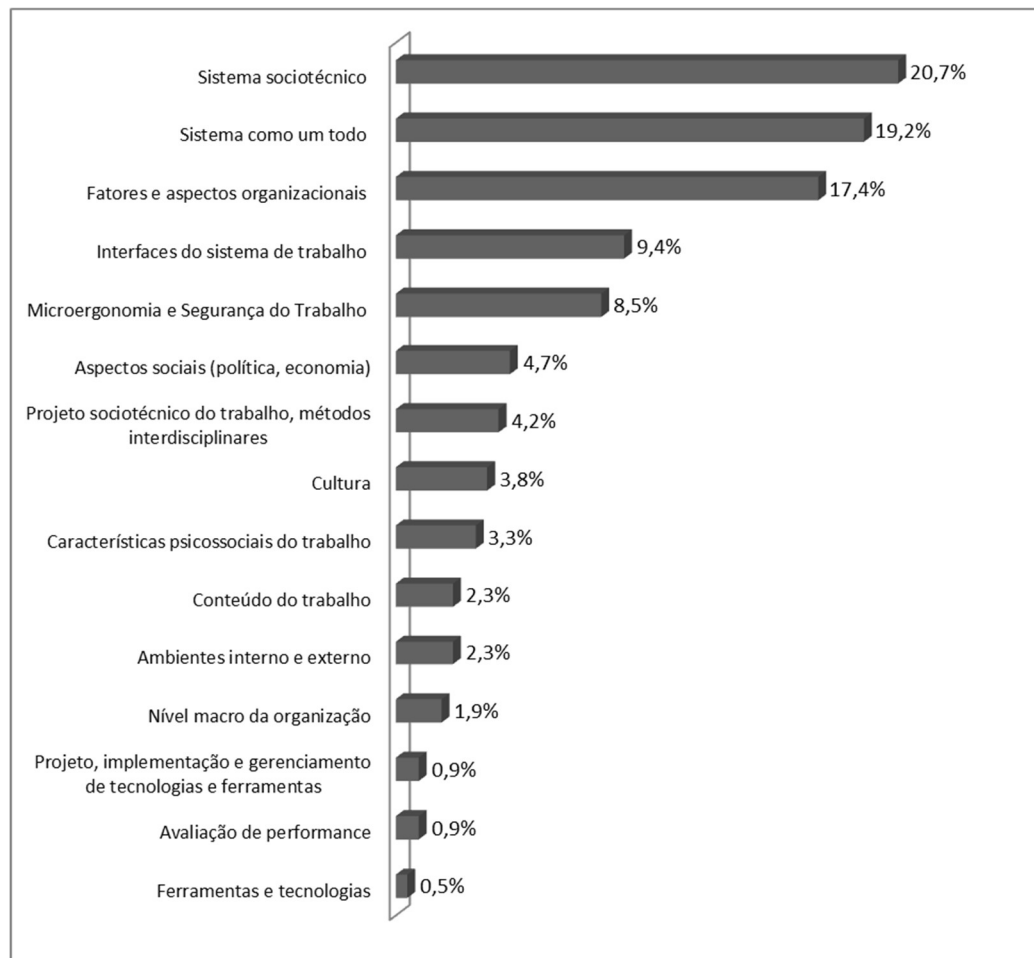
Bases o consideraciones	Total
Sistema sociotécnico (humano, organización, entorno y máquinas/personal, entorno tecnológico y externo)	44
Sistema en su conjunto (individuo, tareas, tecnologías y herramientas, entorno y condiciones organizacionales)	41
Factores y aspectos organizacionales (tareas y control del trabajo, clima organizacional, estilo de liderazgo, procesos y estructura, retroalimentación)	37
Interfaces del sistema de trabajo (interacción humano-trabajo, máquina, software, hardware, tecnología, organización)	20
Microergonomía y Seguridad Ocupacional (características físicas, salud y bienestar)	18
Aspectos sociales (política, economía)	10
Proyecto sociotécnico de trabajo, métodos interdisciplinarios	9
Cultura	8
Características psicosociales del trabajo	7
Ambientes interiores y exteriores	5
Contenido del trabajo (variedad, desafíos, demanda cognitiva, logro, sobrecarga)	5
Nivel macro de la organización	4
Evaluación del desempeño	2
Diseño, implementación y gestión de tecnologías y herramientas	2
Herramientas y tecnologías	1

Fuente: Derenevich, 2020.

A continuación, la figura 5 muestra la representación porcentual de las definiciones encontradas anteriormente. Se observa, entonces, que el sistema socio-técnico, la visión del sistema como un todo y los factores y aspectos organizacionales representan, en conjunto, aproximadamente la mitad de todos los aspectos citados como base para la macroergonomía. Cabe mencionar que, a pesar de ser importante, la evaluación del desempeño es una de las menos reportadas como necesarias en macroergonomía. Además, ninguna de las publicaciones estudiadas citó la mayoría o la totalidad de los términos del conjunto básico o consideraciones para la macroergonomía.



Figura 5 - Representación porcentual de bases o consideraciones en Macroergonomía



Fuente: Elaboración propia, 2022.

A) Objetivos y Resultados

Los objetivos y resultados esperados de las intervenciones macroergonómicas se dividen en dos categorías: orientadas al ser humano y orientadas al sistema. Sin embargo, a pesar de que la macroergonomía es vista y definida como un proveedor de mejoras en el rendimiento del sistema, los autores no siempre discuten estos resultados. Por lo tanto, este constructo fue el que presentó el menor número de citas en comparación con los demás.

En cuanto a los objetivos orientados al ser humano, se observa que lo que más se menciona como principal beneficio es la mejor sensación de seguridad, salud y calidad de vida del trabajador (Tabla 5)



Tabla 5 - Objetivos y resultados de la macroergonomía para el ser humano

Objetivos y Resultados para el Ser Humano	Total
Mejora la seguridad, la salud y la calidad de vida de los trabajadores	7
Optimiza el rendimiento humano (entorno de aprendizaje eficaz)	6
Mejora la formación y la satisfacción de los empleados y reduce el absentismo	4
Reduce los trastornos musculoesqueléticos	3
Reduce el costo humano (lesiones y enfermedades)	1
Fomenta la inversión en capital humano	1

Fuente: Derenevich, 2020.

En cuanto a los objetivos orientados al sistema, se observó que el más citado es el Proyecto de Organizaciones y Sistemas de Trabajo, que es la estructuración de la forma en que las interfaces del sistema se comunican entre sí (Tabla 6). Cabe destacar que los autores citaron 3,2 veces más los resultados y objetivos para el sistema que para el ser humano, evidenciando la idea de que la macroergonomía se ocupa del sistema en general.

Tabla 6 - Objetivos y resultados de la macroergonomía para el sistema

Objetivos y resultados del sistema	Total
Proyecto/Diseño de Organizaciones y Sistemas de Trabajo	27
Optimización del rendimiento organizacional	13
Armonización del Sistema de Trabajo a nivel macro y micro	8
Mejora del sistema en su conjunto	7
Aumenta la productividad	7
Actúa como procesos de trabajo	5
Establece una sinergia organizacional positiva	3
Mantenimiento y calidad de los equipos	3
Mejora el entorno físico	3
Preventivo	2
Contribuye a los problemas de la sociedad global	1
Integrador	1

Fuente: Derenevich, 2020.

A partir de estos resultados, es posible establecer una definición de macroergonomía, como se muestra en la Tabla 7. En cuanto a sus objetivos, la macroergonomía pretende: I) El diseño y optimización de organizaciones y sistemas de trabajo; II) La calidad de los procesos, la armonización, la integración y la sinergia de los sistemas/organizaciones; III) La integración



entre subsistemas y la reducción de costos humanos en la mejora del entorno físico y organizacional.

Tabla 7 - Definición de ergonomía *frente a* macroergonomía

	Ergonomía	Macroergonomía
Acercarse	-	<i>De arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba, medio, interdisciplinario y participativo, sistemático y progresivo, cualitativo-cuantitativo.</i>
Considera	Interfaz entre los elementos humanos y del sistema	Interfaz entre el sistema sociotécnico, los subsistemas, con el entorno interno y externo, las características sociales, culturales, organizativas, el contenido y la seguridad del trabajo, y la microergonomía.
Resultados Humanos	Bienestar	Mayor rendimiento, bienestar, seguridad y calidad de vida, y satisfacción laboral
Resultados del sistema	Rendimiento	Aumento en el rendimiento, la armonización y la integración del sistema sociotécnico a nivel macro y micro.

Fuente: Derenevich, 2020.

Para lograr estos objetivos, es fundamental considerar el sistema sociotécnico, sus interfaces, características, tecnologías, cultura, aspectos sociales, psicosociales y organizacionales, entornos internos y externos, microergonomía y seguridad ocupacional. Con esto, se puede decir que la macroergonomía visualiza el sistema como un todo.

Por lo tanto, para los autores, a partir de la presente revisión, se define que la macroergonomía debe abordar el sistema sociotécnico, sus subsistemas, el entorno interno y externo, las características sociales, culturales, organizacionales de los contenidos y la seguridad en el trabajo, con análisis *de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba, de medio hacia afuera*, de manera interdisciplinaria, multidimensional, sistemática, progresiva, cualitativo-cuantitativa y participativa. De esta manera, se trata de un medio para lograr el bienestar humano y aumentar el rendimiento, la seguridad, la calidad de vida y la satisfacción laboral.

La importancia de la macroergonomía para la optimización de las empresas también se destaca a partir de la mejora del diseño del sistema de trabajo, que integra y armoniza desde el nivel macro (interfaz humano-organización) hasta el micro (interfaces hombre-máquina, humano-entorno y humano-software). Los resultados de esto están dados por mejoras significativas en el desempeño organizacional, tales como: productividad, eficiencia,



confiabilidad, calidad, etc., además de ser cruciales para las dimensiones económicas y sociales de la sostenibilidad.

4. CONCLUSIONES

Los cambios recientes en las definiciones de ergonomía, publicados por asociaciones nacionales e internacionales, llaman la atención sobre la importancia del enfoque macroergonómico en la actualidad. Ante este panorama, el presente artículo tuvo como objetivo revisar las definiciones de macroergonomía y su respectiva clasificación por constructos, además de mostrar una línea de tiempo con los aspectos más destacados de esta evolución. Como resultado, se seleccionaron 211 artículos de un total de 654 publicaciones relacionadas con el tema. Se destacaron los términos de descripción macroergonómica y se utilizaron para un análisis descriptivo. Con los criterios de selección reforzando la presencia de una definición de macroergonomía, se seleccionaron 73 artículos.

Algunos autores como Moral y Kragt (1990), Hignet y Wilson (2004), Karsh, Waterson y Holden (2014) entienden que la microergonomía considera cuestiones físicas o cognitivas, y la macroergonomía se centra en cuestiones del macroentorno. La definición de macroergonomía de Hendrick y Kleiner (2001) es la más citada (47% de las veces), seguida de Hendrick (1995, 1997, 2002) (18%) y Carayon (2006) (9%), siendo estos los autores de referencia para la macroergonomía.

Las definiciones se agruparon en los constructos: enfoque, concepto o base, y objetivos y resultados para el ser humano y el sistema. Así, los principales términos encontrados para definir la macroergonomía fueron "Ergonomía participativa" y "De arriba hacia abajo". Analizando los otros constructos, se puede observar que este enfoque considera el sistema socio-técnico, el sistema de trabajo en su conjunto y la organización del trabajo. Además, los resultados esperados son el diseño de organizaciones y sistemas de trabajo y la optimización del rendimiento organizacional.

La definición establecida por los autores fue, finalmente, comparada con la definición de ergonomía de la AIE y ABERGO. Así, se concluyó que el diferencial de la macroergonomía como subdisciplina de la ergonomía está en el diseño del sistema de trabajo desde el sistema sociotécnico, con el objetivo de optimizar el rendimiento de todo el sistema. Se entiende que la



macroergonomia es un enfoque de la ergonomía que contempla tanto el bienestar humano como el rendimiento del sistema, destacándose en términos de ganancias de productividad.

5. GRACIAS

El presente trabajo fue realizado con el apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Paraná – PUCPR en los programas PPGEPS y PIBIC. Los autores agradecen a los miembros del Centro de Prácticas SEEDS, al *Grupo Técnico de Ergonomia GT*, al Grupo Técnico de Macroergonomia de ABERGO y a UNIFACEAR. Agradecemos especialmente a la coautora Lia B. de M. Guimarães (*in memoriam*), nuestra musa inspiradora y cautivadora que participó activamente en la construcción de esta investigación y en el desarrollo de este artículo, aunque no tuvo la oportunidad de verlo publicado. Estamos eternamente agradecidos por el privilegio de conocerla y de habernos guiado por sus sabias palabras. A ella le dedicamos íntegramente este trabajo.

REFERENCIAS

- ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. **O que é Ergonomia**. 2020 Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 20/03/2020.
- ASADZADEH, S. M.; AZADEH, A.; NEGAHBAN, A.; SOTOUDEH. Assessment and improvement of integrated HSE and macro-ergonomics factors by fuzzy cognitive maps: the case of a large gas refinery. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 26, n. 6, p. 1015-1026, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2013.03.007>, 2013.
- AZADEH, A.; ROUDI, E.; SALEHI, V. Optimum design approach based on integrated macro-ergonomics and resilience engineering in a tile and ceramic factory. **Safety Science**, v. 96, p. 62 – 74. 2017.
- BITENCOURT, Rosimeire Sedrez. **Avaliação da forma tradicional e macroergonômica de identificação de requisitos para a concepção de projetos de software**. Dissertação – Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre: UFRGS. 2003.
- BOLIS, I.; SZNELWAR, L. A case study of the implementation of an ergonomics improvement committee in a Brazilian hospital--Challenges and benefits. **Applied Ergonomics**. doi: 10.1016/j.apergo.2015.09.012, 2016.
- BROWN, A. Organizational Culture London: Pitman Publishing. **Journal of the Australian and New Zealand Academy of Management**, v. 1(1), p. 57-57. doi:10.5172/jmo.1995.1.1.57, 1995.
- CARAYON, P. Human Factors of Complex Sociotechnical Systems. **Applied Ergonomics**, v. 37 (4): p. 525–535. doi:10.1016/j.apergo.2006.04.011, 2006.
- CARAYON, P.; WETTERNECK, T.; RIVERA-RODRIGUEZ, A.; HUNDT, A.;



- HOONAKKER, P.; HOLDEN, R.; GURSES, A. Human factors systems approach to healthcare quality and patient safety. **Applied Ergonomics**, v. 45(1), p. 14-25, doi: 10.1016/j.apergo.2013.04.023, 2014.
- DERENEVICH, M. G. **PROPOSTA DE FRAMEWORK DE DESENVOLVIMENTO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO PARA CONTRIBUIÇÃO COM A MELHORIA DE PERFORMANCE DO SISTEMA PRODUTIVO**. Dissertação de Mestrado, PUCPR. Curitiba, 2020.
- DERENEVICH, M. G.; BITENCOURT, R. S.; VICTORINO, A. J.; CANCEGLIERI, O.; MONTEIRO, L. V. Estado da Arte da Macroergonomia: um estudo em busca da melhoria de performance do sistema educacional. **XXXVIII International Sodebras Congress**, v. 13, n. 147, 2017.
- DRURY, C. The role of handbook coupling in strength assessment, **Proceedings of the Human Factors Society 30th Annual Meeting**. Santa Monica, CA: Human Factors Society, p. 968 - 969, 1996.
- GALVÃO, I. *et al.* Effects of a labor gym program in mental workload of workers from rectory of UNIOESTE. **Work**. v. 41, p. 5536-5539, 2012.
- GUIMARÃES, L. B. de M.; RIBEIRO, J. L. D.; RENNER, J. S. Cost-benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company. **Applied Ergonomics**, v. 43, n. 5, p. 948-957, 2012.
- GUIMARÃES, Lia B. de M. **Macroergonomia: Colocando conceitos em prática**. Vol. 2. Porto Alegre: UFRGS/FEENG, 2010.
- HABIBI, E.; DEHGHAN, H.; SAFARI, S.; MAHAKI, B.; HASSANZADEH, A. Effects of work-related stress on work ability index among refinery workers. **Journal of Education and Health Promotion**, v 21(3), p. 18, doi: 10.4103/2277-9531.127598, 2014.
- HARO, E.; KLEINER, B. Macroergonomics as an organizing process for systems safety. **Applied Ergonomics**, v. 39(4), p. 450-8. doi: 10.1016/j.apergo.2008.02.018, 2008.
- HELLER-ONO, A. A Lean Approach to Ergonomics Process Design and Management. **Proceedings of the human factors and ergonomics society 53rd annual meeting**, p. 1013-1015, 2009.
- HENDRICK, H. Applying ergonomics to systems: some documented “lessons learned.” **Applied ergonomics**, v. 39, n. 4, p. 418-426, jul. 2008.
- HENDRICK, H. Determining the cost-benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success. **Applied Ergonomics**, 34, 419-427, 2003.
- HENDRICK, H. Future directions in macroergonomics. **Ergonomics**, v. 28, n. 8, p. 1617 – 1624, 1995.
- HENDRICK, H. **Good Ergonomics is good economics**. In: Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, 1996.
- HENDRICK, H. Human factors in organizational design and management. **Ergonomics**, 34, 743-756. 1991.
- HENDRICK, H. MACROERGONOMICS, THE THIRD GENERATION OF HUMAN FACTORS. **The Japanese Journal of Ergonomics**, v. 21, Issue Supplement, p. 248-252, 1985.
- HENDRICK, H. **Macroergonomics: a new approach for improving productivity, safety, and quality of work life**. Palestra realizada na COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.



- HENDRICK, H. Macroergonomics: a system approach to interacting human factors with organizational design and management. Ottawa: **ANNUAL CONFERENCE OF THE HUMAN FACTORS ASSOCIATION OF CANADA**. Proceedings Ottawa: HFAC, 1990.
- HENDRICK, H. Organizational design and macroergonomics. **Handbook of human factors and ergonomics**, Wiley-Interscience: Nova York, 1997.
- HENDRICK, H.; KLEINER, B. Macroergonomics: An Introduction to Work System Design. Santa Monica: **Human Factors and Ergonomics Society**, 2001.
- HENDRICK, H.; KLEINER, B. Macroergonomics: Theory, Methods and Applications. Mahwah: **Lawrence Erlbaum Associates**, p. 407, 2002.
- HIGNETT, S. WILSON, J. R. The role for qualitative methodology in ergonomics: a case study to explore theoretical issues. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**. v. 5, art n. 6, p 473- 493. 2004.
- IEA – International Ergonomics Association. **Definitions and Domains of Ergonomics**. 2020. Disponível em: <https://www.iea.cc/whats/index.html>. Acesso em: 03/05/2020.
- IEA – International Ergonomics Association. **Definitions and Domains of Ergonomics**. 2000. Disponível em: <https://www.iea.cc/whats/index.html>. Acesso em: 20/09/2018.
- IIDA, I.; GUIMARÃES, L. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 3º Ed. São Paulo: Blucher, 2016.
- INGELGARD, A. Introducing ergonomic changes using a learning strategy, **Human Factors in Organizational Design and Management**, p. 465 – 470, 1996.
- KARIM, A.; PARTIWI, S.; SUDIARNO, A. Designing Key Performance Indicators (KPI) with macro ergonomics approach, **MATEC Web of Conferences**, v. 204, doi:10.1051/mateconf/201820401014, 2018.
- KARSH, B. T.; WATERSON, P; HOLDEN, R. J. Crossing levels in systems ergonomics: a framework to support 'mesoergonomic' inquiry. **Applied Ergonomics**. v. 45, art. N. 1, p 45-54. 2014.
- KAZEMI, M.; SAFARI, S.; AKBARI, J.; MOUOUDI, M.; MAHAKI, B. Macro-ergonomic risk assessment with the relative stress index method in textile industry. **International Journal of Environmental Health Engineering**, v. 3(3), 2014.
- KEKKONEN, P.; REIMAN, A. Schools and kindergartens as shared workplaces: An analysis of the work ability management challenges of the meal and cleaning service employees. **Work**, v. 64(1), p. 161-173, doi: 10.3233/WOR-192966, 2019.
- KLEINER, B. M. Macroergonomics: Work System Analysis and Design. **Human Factors**. 50(3):461-467, doi:10.1518/001872008X288501, 2008.
- MORAL, J. & KRAGT, H. Macro-ergonomic design: the need for empirical research evidence. **Ergonomics**, v. 33, n. 5, p. 605-612. Londres: Taylor & Francis, 1990.
- MURPHY, L.; ROBERTSON, M.; CARAYON, P. The next generation of macroergonomics: Integrating safety climate. **Accident Analysis & Prevention**, v. 68, p. 16-24, 2014.
- NAGAMACHI, M. Participatory Ergonomics for Reengineering in a Chemical Fiber Company. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 39 (12), p. 766-770, 1995.
- POON, W.; HERATH, G.; SARKER, A. River and fish pollution in Malaysia: A green ergonomics perspective. **Applied Ergonomics**, v. 57, p.80-93, 2015.
- REALYVÁSQUEZ-VARGAS, A.; MALDONADO-MACÍAS, A.; GARCÍA-ALCARAZ, J. A Macroergonomic Compatibility Index for Manufacturing Work Systems.



- Macroergonomics for Manufacturing Systems**, 189–208. doi:10.1007/978-3-319-68684-4_12, 2018.
- RIZNANTO, B.; PUJASAKTI, M. Shaping the social and welfare security in Indonesia through implementing macro-ergonomics. **Journal of human ergology**, v. 36(2), p. 81-90, 2007.
- SCHWATKA, N.V.; HECKER, S.; GOLDENHAR, L.M. Defining and Measuring Safety Climate: A Review of the Construction Industry Literature. *The Annals of Occupational Hygiene*. v. 60, p. 537–550, 2016.
- SCOTT, P. Global inequality, and the challenge for ergonomics to take a more dynamic role to redress the situation. **Applied Ergonomics**, v. 39(4), p. 495–499. doi:10.1016/j.apergo.2008.02.014, 2008.
- STRASSER, H.; ZINK, K. Modular course provision for professional ergonomists with micro- and macro-ergonomic design competency in the system ‘human being–technology–organization’, **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 8(4), p. 349- 363, doi: [10.1080/14639220500169523](https://doi.org/10.1080/14639220500169523), 2007.
- THUN, J.; LEHR, C. B.; BIERWIRTH, M. Feel free to feel comfortable: An empirical analysis of ergonomics in the German automotive industry. **International Journal of Production Ergonomics**, v. 133, p. 551-561, 2011.
- VARGAS, A. R.; ALCARAZ, J. L. G.; FERNÁNDEZ, J. B. Developing and validating a macro-ergonomic compatibility questionnaire Contaduría y Administración, **Accounting and Management**, vol. 61(3), p. 478-498, 2016.
- WATERSON, P.; GREY, M.; CLEGG, C. A Sociotechnical Method for Designing Work Systems. **Human Factors**, v. 44(3), p. 376– 391, 2002.
- ZINK, K. TQM in Germany: experiences and perspectives concerning ergonomics, **Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, p. 475-478, 2000.