REVISTA Ação Ergonômica

R. Ação Ergon., 16(2), 2022.
ISSN 2965-7318. doi: 10.4322/rae.v16n2.e202205

MACROERGONOMIA: UMA ANÁLISE DA DEFINIÇÃO COM BASE NA LITERATURA

Marcia Gemari Derenevich[1]*

Juliane Emy Yasue[2]

Rosimeire Sedrez Bitencourt[3]

Lia Buarque de Macedo Guimarães[4]

Resumo

O texto aborda a evolução do conceito de ergonomia, desde sua definição inicial em 2000 pela International Ergonomics Association (IEA), até o desenvolvimento da macroergonomia. Inicialmente, a ergonomia era subdividida em três domínios: físico, cognitivo e organizacional. No entanto, em 2020, a IEA revisou essa abordagem, enfatizando que a ergonomia não possui domínios específicos, mas sim uma abordagem holística que considera diversos fatores, como físicos, cognitivos, organizacionais e sociotécnicos.

A pesquisa realizada envolveu revisão bibliográfica, análise de artigos e classificação dos conceitos de macroergonomia em três constructos: abordagem, base ou consideração, e objetivos e resultados. Os resultados revelaram que a macroergonomia aborda o sistema sociotécnico como um todo, considerando aspectos organizacionais, sociais, culturais, entre outros. Seus objetivos incluem o projeto e otimização de organizações e sistemas de trabalho, visando à melhoria da performance organizacional e do bem-estar humano.

Além disso, a pesquisa destaca autores e publicações importantes na área, evidenciando a evolução do conceito ao longo do tempo. Conclui-se que a macroergonomia é uma abordagem da ergonomia que busca otimizar a performance do sistema como um todo, integrando aspectos humanos e organizacionais. O texto também presta homenagem à contribuição de Lia B. de M. Guimarães para o desenvolvimento da pesquisa.

Palavras-chave: Macroergonomia; Revisão; Definição.

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. Introdução

Em agosto de 2000, a International Ergonomics Association – IEA, Associação Internacional de Ergonomia definiu a Ergonomia (ou Fatores Humanos) como a disciplina científica que se dedica ao conhecimento das interações entre o ser humano e demais elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (IEA, 2020). Esta mesma definição foi adotada pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2020). A ergonomia busca, a partir da análise de fatores físicos, cognitivos e organizacionais, reduzir as consequências nocivas do trabalho sobre o trabalhador e aumentar a satisfação e saúde dos envolvidos no sistema de trabalho (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Ainda em 2000, a IEA e a ABERGO propuseram que a Ergonomia atua em três domínios de especialização: a Ergonomia Física, que estuda características ligadas à anatomia, a fisiologia, a antropometria e biomecânica ligada às atividades físicas; a Ergonomia Cognitiva, com foco nos processos mentais do trabalho, e a Ergonomia Organizacional, que se traduz na otimização de sistemas sociotécnicos, incluindo o sistema organizacional, políticas e processos (IEA, 2020). No entanto, nem sempre o enfoque em apenas uma área de especialização é capaz de gerar melhorias de performance e bem-estar. Exemplo deste fato é a pesquisa de Galvão *et* al. (2012), na qual a abordagem focada na ergonomia física e cognitiva não foram capazes nem de melhorar os indicadores de saúde e nem os de performance.

Em março de 2020, a IEA não considerou mais estes três domínios de especialização e ressaltou que a Ergonomia não tem domínios específicos, pois as questões que são abordadas

são sistêmicas. Esta classificação, portanto, não deve ser utilizada de forma dissociada nas aplicações práticas. A abordagem deve ser holística, considerando os fatores físicos, cognitivos, sociotécnicos, organizacionais, ambientais entre outros (IEA, 2020). Este novo entendimento está em consonância com a abordagem mais abrangente de ergonomia, ou macroergonomia, que considera questões culturais, organizacionais, processos de trabalho, entre outros fatores, com um enfoque no sistema produtivo como um todo (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

O objetivo da macroergonomia está na otimização do funcionamento de todo sistema, ao analisar as interfaces entre o ser humano e: organização, tecnologia, ambiente e pessoas (GUIMARÃES, 2010). Autores como Hendrick (1996; 2003), Guimarães (2012), Bitencourt (2003), Kleiner (2008) e Derenevich (2017) defendem que, com a macroergonomia, atinge-se o aumento da performance organizacional, ao contribuir de forma direta e indireta na redução de desperdícios.

Apesar da contribuição que a macroergonomia pode oferecer, não só para o bem-estar das pessoas, mas também para o desempenho do sistema, a abordagem é pouco utilizada e compreendida, sendo encontradas diferentes definições de macroergonomia. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão das definições de macroergonomia encontradas na literatura para melhor compreender o conceito e elaborar seus aspectos dentro dos seguintes constructos: A) Abordagem, B) Base ou Consideração e C) Objetivos e Resultados.

Para tanto, esta pesquisa foi estruturada nas seguintes etapas: 1) Revisão de artigos publicados que mencionam a macroergonomia; 2) Recorte da definição de macroergonomia e enquadramento nos constructos; 3) Análise qualiquantitativa das definições encontradas; e 4) Estabelecer uma definição do que é macroergonomia, com base no estudo.

2. DESENVOLVIMENTO

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, na etapa 1, fez-se a revisão de artigos publicados que mencionam a macroergonomia. A busca foi realizada entre dezembro de 2018 e março de 2019, e atualizada em janeiro de 2020, na plataforma de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) como fonte primária. Como a plataforma possuía mais de 45 mil títulos com texto completo, de 130 bases referenciais, foram selecionados, a princípio, os artigos em inglês e os revisados por pares. Então, excluiu-se os artigos duplicados e os que não tinham relação com o tema. Foram

inseridas também referências relevantes que apareceram da busca inicial e artigos da biblioteca pessoal das autoras, que se enquadravam nos critérios iniciais de busca.

Para a estratégia dos termos de busca, alterou-se o final de todas as formas de escrita do termo "macroergonomia" em inglês, sendo estes: "macroergonomics", "macro ergonomics" e "macro-ergonomics" para "macroergon*", "macro ergon*" e "macro-ergon*". Obteve-se um resultado de 539 artigos. Foram aplicados, então, os filtros: artigos, em inglês, sem restrição temporal e artigos revisados por pares, o que fez com que o número de resultados caísse para 190. Destes, três eram duplicados.

Com a análise individual dos artigos, foram retiradas mais 18 publicações que não eram artigos ou não estavam em inglês e artigos que não possuíam relação com o tema. Além disso, foram adicionados 42 artigos à pesquisa, a partir das referências nos artigos visitados e da biblioteca pessoal das autoras. Assim, a busca resultou em um escopo com 211 artigos, dos quais apenas 73 continham uma definição parcial ou integral de macroergonomia e 32 continham a definição parcial ou integral de microergonomia, na percepção de Derenevich (2020) (Figura 1).

Figura 1 - Representação do total de artigos estudados

Fonte: Derenevich, 2020.

Foi realizado o levantamento dos conceitos e características do que se entende por macroergonomia, quais aspectos a abordagem macroergonômica deve conter, qual a relação com ergonomia organizacional e quem são os autores referência para cada definição. Para tanto,

utilizou-se a ferramenta de busca do Adobe Reader® para buscar os termos “macro” e “micro” nos textos e artigos que tinham o formato de imagem foram lidos na íntegra para encontrar os termos. Por consequência, foram identificados os trechos descritos pelos autores como macroergonomia.

Então, fez-se uma análise descritiva com os dados do escopo total, de 211 artigos, contendo publicações por ano, principais autores, principais locais de publicação etc. A partir da tabulação para os 73 que continham a definição de ergonomia, foram registrados os trechos que continham características da macroergonomia, e os autores referenciados nas definições. Em seguida, para a etapa 2, os trechos dos artigos que definiam a macroergonomia foram tabulados e classificados nos constructos.

O constructo A, denominado de “Abordagem”, categoriza como a macroergonomia é aplicada e quais aspectos ela utiliza para abordar o sistema. Para o constructo B, chamado de “Base ou Consideração”, classifica-se o que sustenta na teoria e o que se refere à macroergonomia. Já para o constructo C, denominado de “Objetivos e Resultados”, são caracterizados o que se espera atingir a partir do enfoque macroergonômico. Em suma, buscou-se responder “O que?”, “Como?” e “Para quê?”.

Na etapa 3, realizou-se a análise qualiquantitativa das definições encontradas, a partir de: tabulação dos resultados em relação ao total de artigos publicados por autores e coautores, e o total de suas citações; esboço de uma linha temporal com marcos da macroergonomia e agrupamento de definições similares, sob o ponto de vista de Derenevich (2020). Já na etapa 4, estabeleceu-se uma definição do que é macroergonomia em cada constructo, com base nos resultados das etapas anteriores.

3. Resultados e discussões

O primeiro artigo com a denominação “macroergonomia” surge em 1985, escrito por Hal Hendrick, que entende a mesma como a quarta fase de evolução histórica da ergonomia, e a subdisciplina que lida com a tecnologia da interface humano-organização e é uma forma de aumentar o desempenho geral do sistema (HENDRICK, 1985).

Desde então, a macroergonomia sofreu alterações em seu entendimento e aplicação. Nesse contexto, e a partir do escopo da pesquisa, tabelou-se os autores dos artigos em rankings de acordo com o total de publicações que estes possuem dentro do próprio escopo, como se observa na tabela 1. Já a tabela 2 apresenta o ranking considerando unicamente o autor principal.

Tabela 1 - Ranking de publicação por autores e coautores

Autor e Coautor	Total de Artigos Publicados
CARAYON, 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
REALYVÁSQUEZ, Arturo	3
SAURIN, T. A.	3
WILSON, John R.	3

Fonte: Derenevich, 2020.

Tabela 2 - Ranking de publicação - autor principal

Autor principal	Total de Artigos Publicados
AZADEH, A.	7
CARAYON, P.	7
HENDRICK, Hal W.	4
REALYVÁSQUEZ, A.	3
AMELLA, T.K.	2
BERGSTRÖM, Johan	2
DRURY, Colin G.	2
GENAIDY, Ash	2
HIGNETT, S.	2
KLEINER, Brian M.	2
TAVEIRA, A. D.	2

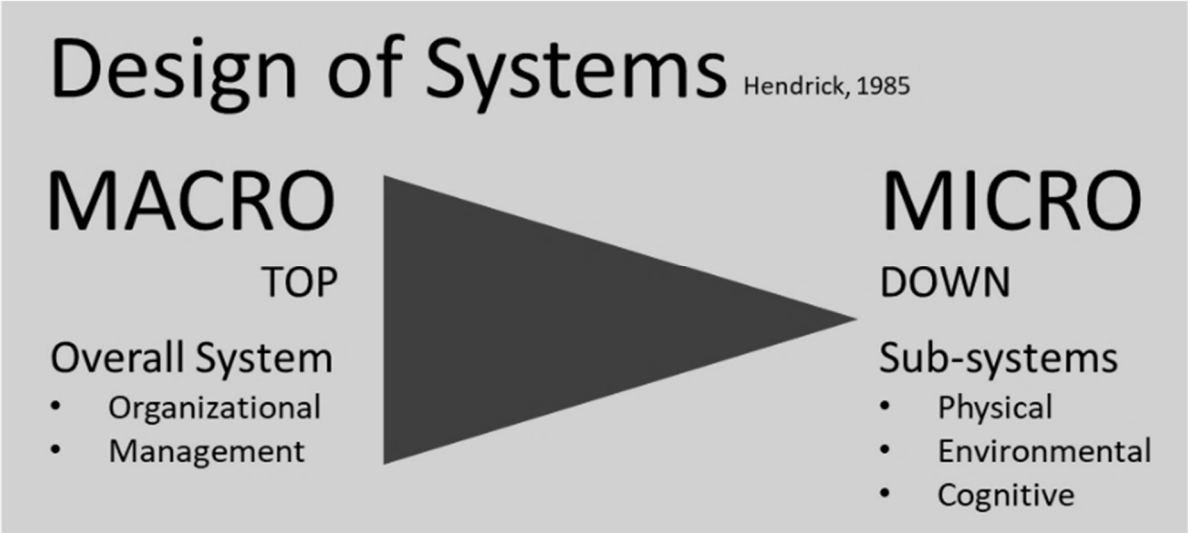
Fonte: Derenevich, 2020.

Nota-se que, apesar de HENDRICK, H. ser conhecido como o pai da Ergonomia, são os autores CARAYON, P., AZADEH, A. e KUMAR, R. os que mais se destacaram no ranking de autores e coautores, com 12, 9 e 6 artigos publicados no total, respectivamente – o que é compreensível pelo falecimento de Hal Hendrick em 2011. Vale destacar que, no Brasil, a única autora no ranking é GUIMARÃES, L. B. de M., sendo ela coautora de quatro artigos. No ranking de autores principais, HENDRICK, H. continua atrás de CARAYON, P. e AZADEH, A. É importante destacar que pesquisadores como HENDRICK, H. e GUIMARÃES, L. B. de M. já utilizavam em seus trabalhos de ergonomia o enfoque macro, sem ainda haver uma definição concreta.

Como a contribuição de Hendrick foi notória, visto que ele trouxe o termo macroegonomia, realizou-se uma representação visual de sua definição (Figura 2). Segundo o autor, esta subdisciplina é responsável por lidar com tecnologias da interface humano-organização, analisando do "*top*" até o "*down*", ou seja, do sistema todo até os seus subsistemas, enquanto a microergonomia não é tão abrangente. Conforme Derenvich (2020) cita em seu trabalho:

> "A macroergonomia se diferencia pelo caráter macro, por abordar a organização e o sistema como um todo, de forma "sistemática e progressiva". Segundo Hendrick (2002), a macroergonomia tarda dois anos para ser inteiramente incorporada em uma organização. Isto ocorre exatamente por esta característica, pois é necessário resolver as questões passo a passo, mas de forma gradual e constante. Por outro lado, seus resultados aparecem antes desta data, levando entre 6 e 24 meses para serem percebidas melhorias no sistema (HENDRICK, 2008)."

Figura 2 - Representação da definição de macroergonomia na visão de Hendrick

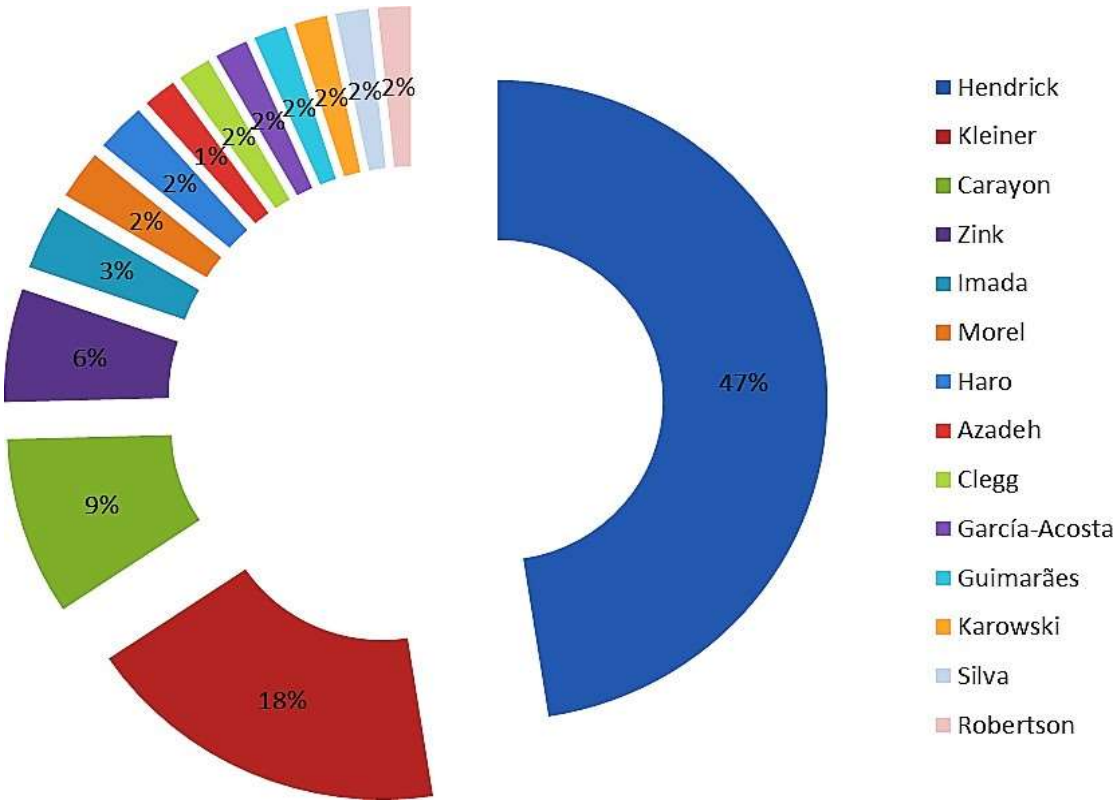


Fonte: Derenevich, 2020.

Além disso, os 73 artigos que continham alguma definição de macroergonomia foram analisados e lidos na íntegra. Em seguida, esses dados foram tabulados e categorizados com os respectivos autores e o número de observações das referências citadas para a definição de ergonomia. A partir disso, fez-se a representação visual do agrupamento de citações, como pode ser visto na figura 3.

Observa-se claramente o destaque de Hendrick é, além de pioneiro, referência em macroergonomia, bem como outros autores da sequência: Kleiner, Carayon, Zink, Imada, entre outros. A definição de macroergonomia mais citada é a da publicação de Hendrick e Kleiner (2001), com 62 referências, seguida das publicações de Hendrick (1995, 1997, 2002) e Carayon (2006).

Figura 3- Principais Referências de Macroergonomia



Fonte: Derenevich, 2020.

Fez-se, então, uma linha do tempo que apresenta os marcos, separados de cinco em cinco anos. Essa linha do tempo, apresentada na figura 4, destaca também o aparecimento de termos dentro da história da macroergonomia, entendidos como importantes no seu processo de evolução. Vale ressaltar que o desenvolvimento dessa linha do tempo não se limitou apenas a artigos, pois foi feita com base em diversas publicações relevantes.

Figura 4 – Marcos da macroergonomia segundo as autoras

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 continua 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 processes 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 *et* al., 2012);
- Mapas cognitivos confusos – FCM (ASADZADEH *et* al., 2013);
- Índice de Estresse Relativo (RSI) (KAZEMI *et* al., 2014);
- Mesoergonomia (KARSH, WATERSON & HOLDEN, 2014);
- Satisfação com o trabalho (HABIBI *et* al., 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 *et* al., 2014).

2015

- Clima de segurança (SCHWATKA *et* al., 2016);
- Combinação de atividades centradas na Ergonomia para a melhoria de ações (BOLIS e SZNELWAR, 2016);
- *Green Ergonomics* – 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 *et* al., 2016);
- Análise macroergonômica e de design de métodos através de métodos matemáticos de *supply chain* (AZADEH *et* al., 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 *et* al., 2018);
- Modelo Macroergonômico para espaços de trabalho compartilhados (KEKKONE e REIMAN, 2019)

2020

Atual

Fonte: As autoras (2022)

Nota-se que, desde a primeira definição de macroergonomia dada por Hendrick (1985), o volume de contribuições para essa área aumentou gradativamente. Com isso, surgiram termos essenciais para a construção de sua definição. Essa evolução indica, ainda, uma necessidade de delimitação das características da macroergonomia. Nesse contexto, e seguindo as etapas da pesquisa, realizou-se, por conseguinte, a classificação desses aspectos nos constructos Abordagem, Base ou consideração e Resultados.

A) Abordagem

As características e os aspectos mais citados foram tabulados, como apresentado na tabela 3. Ao total, 12 abordagens se destacaram e foram consideradas como as que mais representam os aspectos que a macroergonomia utiliza para abordar o sistema. Destas, a "Top-down", proposta por Hendrick, foi a característica mais citada, seguida da "Ergonomia Participativa", proposta por Brown.

Tabela 3 - Características da macroergonomia

Abordagem	Total
Top-Down	19
Ergonomia Participativa	13
Escala organizacional	4
Bottom-up	4
Perspectiva multidimensional e interdisciplinar	4
Interface Humano-sistema	2
Middle-out	2
Intervenção e Análise Ergonômica do Trabalho	2
Projeto Organizacional e Tecnologias do sistema	2
Sistemática e progressiva	1
Qualiquantitativa	1
Estrutura, métodos e processos do Sistema Sociotécnico	1
Análise e Avaliação dos sistemas de trabalho	1

Fonte: Derenevich, 2020.

A) Base ou Consideração

O constructo Base ou consideração revela quais são os "pilares" que sustentam a teoria de um enfoque macro, assim como qual é o mínimo que é preciso ser avaliado nesse caso. Na tabela 4, apresenta-se a tabulação das definições desse constructo.

Observa-se que mais da metade do escopo de artigos (58,9%) considera o sistema sociotécnico como base para macroergonomia. Ressalta-se, ainda, que há interpretações distintas para os sistemas sociotécnicos, sendo algumas compostas pelo ser humano, organização, ambiente e máquinas; e em outras pelos subsistemas pessoal, tecnológico e

ambiente externo. A consideração do sistema como um todo e a organização de forma integral também são frequentemente observadas na literatura.

Com base nesses resultados, a macroergonomia se revela como forma de integrar os aspectos da cultura e da parte externa à organização com as questões internas de desempenho e performance.

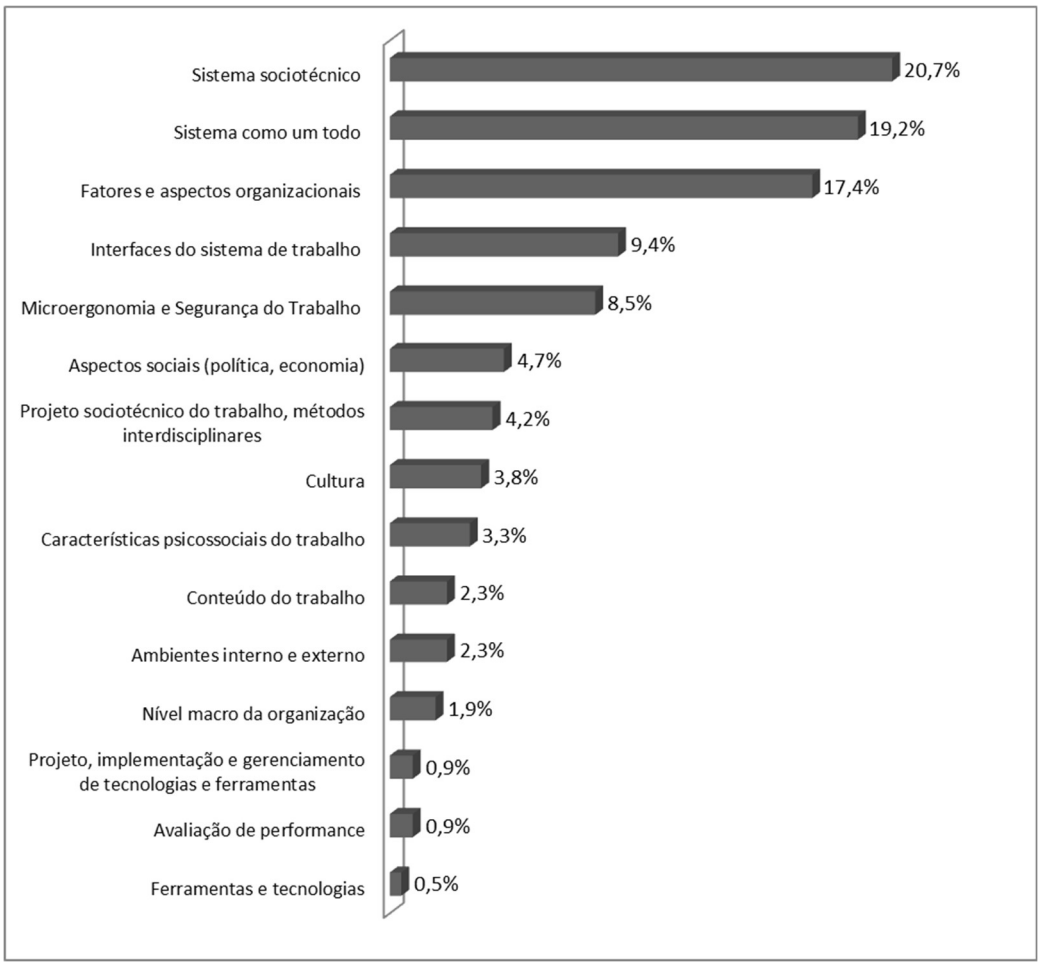
Tabela 4 - Definição de Base ou Considerações para macroergonomia

Base ou Considerações	Total
Sistema sociotécnico (humano, organização, ambiente e máquinas/ pessoal, tecnológico e ambiente externo)	44
Sistema como um todo (indivíduo, tarefas, tecnologias e ferramentas, ambiente e condições organizacionais)	41
Fatores e aspectos organizacionais (tarefas e controle do trabalho, clima organizacional, estilo de liderança, processos e estrutura, feedback)	37
Interfaces do sistema de trabalho (interação humano-trabalho, máquina, software, hardware, tecnologia, organização)	20
Microergonomia e Segurança do Trabalho (características físicas, saúde e bem-estar)	18
Aspectos sociais (política, economia)	10
Projeto sociotécnico do trabalho, métodos interdisciplinares	9
Cultura	8
Características psicossociais do trabalho	7
Ambientes interno e externo	5
Conteúdo do trabalho (variedade, desafios, demanda cognitiva, realização, sobrecarga)	5
Nível macro da organização	4
Avaliação de performance	2
Projeto, implementação e gerenciamento de tecnologias e ferramentas	2
Ferramentas e tecnologias	1

Fonte: Derenevich, 2020.

Em seguida, a figura 5 traz a representação percentual das definições encontradas anteriormente. Nota-se, então, que sistema sociotécnico, visão do sistema como um todo e fatores e aspectos organizacionais representam, somados, aproximadamente a metade de todos os aspectos citados como embasamento para a macroergonomia. Vale ressaltar que, apesar de importante, a avaliação de performance é uma das menos relatadas como necessárias em macroergonomia. Além disso, nenhuma das publicações estudadas citou grande parte ou todos os termos do conjunto Base ou considerações para macroergonomia.

Figura 5 - Representação percentual das bases ou considerações em Macroergonomia



Fonte: As autoras, 2022.

A) Objetivos e Resultados

Os objetivos e os resultados esperados das intervenções macroergonômicas se dividem em duas categorias: orientadas para os seres humanos e orientadas para o sistema. Contudo, embora a macroergonomia seja vista e definida como provedora de melhorias de desempenho de sistemas, nem sempre os autores discutem esses resultados. Por isso, este constructo foi o que apresentou a menor quantidade de citações quando comparado com os outros.

Quanto aos objetivos orientados para os seres humanos, nota-se que o que é mais mencionado como benefício principal é a melhor sensação de segurança, da saúde e da qualidade de vida do trabalhador (Tabela 5)

Tabela 5 - Objetivos e resultados da macroergonomia para o ser humano

Objetivos e Resultados para o Ser Humano	Total
Melhora a segurança, saúde e qualidade de vida do trabalhador	7
Otimiza a Performance Humana (ambiente de aprendizado efetivo)	6
Melhora o treinamento e satisfação de funcionários e reduz absenteísmo	4
Reduz desordens de músculo-esqueléticas	3
Reduz custo humano (injúrias e doenças)	1
Encoraja o investimento em capital humano	1

Fonte: Derenevich, 2020.

Quanto aos objetivos orientados para o sistema, percebeu-se que o mais citado é o Projeto de Organizações e Sistemas de Trabalho, que é a estruturação da forma como as interfaces do sistema conversam entre si (Tabela 6). Ressalta-se que os autores citaram 3,2 vezes mais os resultados e objetivos para o sistema que para o ser humano, evidenciando a ideia de que a macroergonomia se preocupa com o sistema de forma geral.

Tabela 6 - Objetivos e resultados da macroergonomia para o sistema

Objetivos e Resultados para o Sistema	Total
Projeto/ Design de Organizações e Sistemas de trabalho	27
Otimização da Performance Organizacional	13
Harmonização do Sistema de Trabalho nos níveis macro e micro	8
Melhoria do Sistema como um todo	7
Aumenta a Produtividade	7
Age na qualidade de Processos de Trabalho	5
Estabelece uma sinergia organizacional positiva	3
Manutenção e qualidade dos equipamentos	3
Melhora o ambiente físico	3
Preventiva	2
Contribui para questões da sociedade global	1
Integradora	1

Fonte: Derenevich, 2020.

A partir desses resultados, é possível estabelecer uma definição sobre a macroergonomia, conforme apresentado na tabela 7. Com relação aos seus objetivos, a macroergonomia objetiva: I) O projeto e otimização das organizações e sistemas de trabalho; II) A qualidade de processos, a harmonização, integração e sinergia de sistemas/organizações; III) A integração entre subsistemas e redução dos custos humanos na melhora do ambiente físico e organizacional.

Tabela 7 - Definição de ergonomia *versus* macroergonomia

	Ergonomia	**Macroergonomia**
Abordagem	-	*Top-down, bottom-up, middle,* interdisciplinar e participativa, sistemática e progressiva, quali-quantitativa.
Considera	Interface entre ser humano e elementos do sistema	Interface entre sistema sociotécnico, subsistemas, com o ambiente interno e externo, características sociais, culturais, organizacionais, conteúdo e segurança do trabalho, e a microergonomia.
Resultados Ser Humano	Bem-estar	Aumento da performance, bem-estar, segurança e qualidade de vida, e satisfação do trabalho
Resultados Sistema	Desempenho	Ganho em performance, harmonização e integração do sistema sociotécnico a nível macro e micro.

Fonte: Derenevich, 2020.

Para alcançar tais objetivos, entende-se como fundamental considerar o sistema sociotécnico, suas interfaces, características, tecnologias, cultura, aspectos sociais, psicossociais e organizacionais, os ambientes interno e externo, a microergonomia e a segurança do trabalho. Com isso, pode-se afirmar que a macroergonomia visualiza o sistema como um todo.

Portanto, para as autoras, com base na presente revisão, define-se que macroergonomia deve abordar o sistema sociotécnico, seus subsistemas, o ambiente interno e externo, as características sociais, culturais, organizacionais de conteúdo e segurança do trabalho, com análises *top-down, bottom-up, middle-out*, de forma interdisciplinar, multidimensional, sistemática, progressiva, qualiquantitativa e participativa. Dessa forma, esta é um meio para atingir o bem-estar humano e o aumento de performance, de segurança, qualidade de vida e satisfação com o trabalho.

Destaca-se, ainda, a importância da macroergonomia para a otimização de empresas a partir do aperfeiçoamento do projeto de sistema de trabalho, que integra e harmoniza do nível macro (interface humano-organização) ao micro (interfaces humano-máquina, humano-ambiente e humano-software). Os resultados disso são dados por melhorias significativas na performance organizacional, sendo estas: produtividade, eficiência, confiabilidade, qualidade etc., além de ser crucial para as dimensões econômicas e sociais da sustentabilidade.

4. CONCLUSÕES

As mudanças recentes nas definições de ergonomia, publicadas pelas associações nacionais e internacionais, trazem atenção à importância da abordagem macroergonômica para a atualidade. Tendo em vista este cenário, este artigo objetivou realizar uma revisão das definições de macroergonomia e sua respectiva classificação por constructos, além de exibir uma linha do tempo com destaques nesta evolução. Como resultado, foram selecionados 211 artigos de um total de 654 publicações, relacionadas ao tema. Os termos de descrição de macroergonomia foram destacados e utilizados para uma análise descritiva. Com os critérios de seleção reforçando a presença de definição de macroergonomia, 73 artigos foram selecionados.

Alguns autores como Moral e Kragt (1990), Hignet e Wilson (2004), Karsh, Waterson e Holden (2014) entendem que a microergonomia considera as questões físicas ou cognitivas, e a macroergonomia é voltada às questões do macro-ambiente. A definição de macroergonomia por Hendrick e Kleiner (2001) é a mais citada (47% das vezes), seguida da de Hendrick (1995, 1997, 2002) (18%) e Carayon (2006) (9%), sendo estes os autores referência para a macroergonomia.

As definições foram agrupadas nos constructos: abordagem, conceito ou base, e objetivos e resultados para o ser humano e o sistema. Com isso, os principais termos encontrados para definir macroergonomia foram “Ergonomia participativa” e “Top down”. Analisando os demais constructos, percebe-se que esta abordagem considera o sistema sociotécnico, o sistema de trabalho como um todo e a organização do trabalho. Ademais, os resultados esperados são o projeto de organizações e sistemas de trabalho e a otimização da performance organizacional.

A definição estabelecida pelas autoras foi, por fim, comparada com a definição de ergonomia da IEA e ABERGO. Assim, concluiu-se que o diferencial da macroergonomia como subdisciplina da ergonomia está no projeto do sistema de trabalho a partir do sistema sociotécnico, objetivando otimizar a performance de todo o sistema. Entende-se que a macroergonomia é uma abordagem da ergonomia que contempla tanto o bem-estar humano, quanto o desempenho do sistema, destacando-se em questões de ganho de produtividade.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Pontifícia Católica do Paraná – PUCPR nos programas PPGEPS e PIBIC. As autoras agradecem aos integrantes do Núcleo de Práticas SEEDS, ao Grupo Técnico *GT Ergonomics,* ao Grupo Técnico de Macroergonomia da ABERGO e à UNIFACEAR. Agradecemos especialmente à coautora Lia B. de M. Guimarães (*in memoriam)*, nossa musa inspiradora e cativante que participou ativamente na construção dessa pesquisa e no desenvolvimento deste artigo, embora não tenha tido a oportunidade de vê-lo publicado. Somos eternamente gratas pelo privilégio de conhecê-la e termos sido orientadas por suas sábias palavras. Dedicamos inteiramente este trabalho a ela.

Referências

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.; CANCIGLIERI, 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 ergonomic**s, 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/matecconf/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, 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.