



## INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS EM INDUSTRIAS DO SETOR ELÉTRICO E ELETRÔNICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Fernando José Herkrath<sup>1\*</sup>  
Leandro Manoel Beiga<sup>2</sup>  
Elielza Guerreiro Menezes<sup>3</sup>  
Mário Alves Sobral Júnior<sup>4</sup>  
Kaellen Almeida Scantbelruy<sup>5</sup>  
Jansen Atier Estrázulas<sup>6</sup>

### Resumen

---

El mercado contemporáneo exige eficiencia en los procesos productivos, lo que lleva a un deterioro de las condiciones de trabajo. Sin embargo, esto se traduce en un mayor absentismo, bajas por enfermedad y altos costes médicos. Los estudios demuestran que las intervenciones ergonómicas pueden prevenir y recuperar la pérdida de productividad asociada a los trastornos musculoesqueléticos. Si bien la ergonomía busca mejorar la eficiencia y la seguridad, los beneficios financieros no siempre son evidentes. Una revisión sistemática puso de manifiesto una alta prevalencia de exposición a factores de riesgo ergonómicos laborales. En la industria del ensamblaje de productos electrónicos, los trastornos musculoesqueléticos son comunes debido a factores como la mala postura y los movimientos repetitivos. Se llevó a cabo una revisión exploratoria para identificar las intervenciones ergonómicas y su eficacia en la industria eléctrica y electrónica. Aunque los estudios varían en metodología y calidad, las intervenciones han mostrado resultados positivos, aunque algunas pueden tener efectos secundarios. La competitividad a menudo conduce a la adopción de métodos de producción anticuados, lo que perjudica la productividad y la salud de los trabajadores. Sin embargo, medidas sencillas y de bajo costo pueden mejorar las condiciones de trabajo y la productividad. Se concluye que se necesitan más estudios, pero las intervenciones ergonómicas muestran consistentemente beneficios tanto para la salud ocupacional como para la gestión corporativa.

**Palabras clave:** ergonomía; salud de los trabajadores; industria electrónica.

### ERGONOMIC INTERVENTIONS IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC INDUSTRIES: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

---

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Amazonas / Instituto Leônidas e Maria Deane - Fiocruz Amazônia.

\*fmberrath@uea.edu.br.

<sup>2</sup> Engenharia de Segurança do Trabalho e Ergonomia – Ergobeiga.

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Amazonas.

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas.

<sup>5</sup> Laboratório de Biomecânica da Universidade do Estado do Amazonas.

<sup>6</sup> Universidade do Estado do Amazonas.



## Abstract

---

The contemporary market demands efficiency in production processes, leading to a deterioration in working conditions. However, this results in increased absenteeism, sick leave and high medical costs. Studies show that ergonomic interventions can prevent and recover lost productivity associated with musculoskeletal disorders. Although ergonomics seeks to improve efficiency and safety, the financial benefits are not always evident. A systematic review highlighted a high prevalence of exposure to occupational ergonomic risk factors. In the electronics assembly sector, musculoskeletal disorders are common due to factors such as poor posture and repetitive movements. A scoping review was conducted to identify ergonomic interventions and their effectiveness in the electronics industry. Although studies vary in methodology and quality, interventions have shown positive results, although some may have side effects. Competitiveness often leads to the adoption of outdated production methods, harming workers' productivity and health. However, simple and low-cost measures can improve working conditions and productivity. It is concluded that more studies are needed, but ergonomic interventions consistently show benefits for both occupational health and corporate management.

**Keywords:** ergonomics; worker health; electronics industry.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad que impone el mercado de una mayor eficiencia de los procesos productivos, con el aumento de la productividad y la adopción de plazos ajustados, se produce un deterioro de las condiciones laborales en las empresas y corporaciones. Sin embargo, al producir un resultado contrario al esperado, estas condiciones laborales resultan contraproducentes, debido al aumento del ausentismo, las licencias laborales, la necesidad de readaptaciones funcionales, los gastos con atención médica, así como los altos costos de las demandas indemnizatorias (PINTO; ; ABRAHÃO, 2018).

Varios estudios han demostrado la eficacia de las intervenciones ergonómicas en la prevención y recuperación de la pérdida de productividad laboral asociada a los trastornos musculoesqueléticos (BATTEVI; VITELLI, 2013; ESMAEILZADEH; OZCAN; CAPAN, 2014; MARTIMO et al., 2020). Aunque la ergonomía se ocupa principalmente de la realización de actividades de manera segura y eficiente, y la literatura presenta varias evidencias de los resultados de su aplicación, a menudo estas no se expresan de una manera que pueda convertirse fácilmente en ganancias financieras. Sin embargo, cada vez hay más pruebas tangibles sobre el costo-beneficio de las mejoras ergonómicas, que van desde el aumento de la productividad resultante del rediseño de los equipos y la disposición del entorno de trabajo hasta los ahorros obtenidos con la reducción del absentismo, las licencias y los accidentes laborales (BEEVIS; SLADE, 2003; SILVA; PRUFFER; AMARAL, 2012).



Una revisión sistemática de la literatura con metaanálisis mostró una prevalencia extremadamente alta de exposición ocupacional a factores de riesgo ergonómicos (HULSHOF et al., 2021). Los factores de riesgo se definieron como la exposición ocupacional a uno o más de: esfuerzo de fuerza, postura exigente, movimiento repetitivo, vibración mano-brazo, arrodillarse o ponerse en cuclillas, estar de pie y trepar. Cinco estudios cumplieron con los criterios de elegibilidad, cubriendo 150 895 individuos, de 36 países. La prevalencia combinada de cualquier exposición ocupacional a factores de riesgo ergonómicos fue del 76% (IC del 95%: 69%-84%). Un estudio realizado con 591 trabajadores del sector de montaje de productos electrónicos mostró una alta frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en las extremidades de los miembros superiores, especialmente tenosinovitis estiloides radial, dedo en gatillo, síndrome del túnel carpiano, epicondilitis lateral y epicondilitis medial. Los resultados se asociaron con una fuerza alta de la muñeca, una postura inadecuada de la muñeca, tensión de contacto con la muñeca, una postura inadecuada de los dedos, tensión de contacto con los dedos y una postura inadecuada del codo. Los resultados ponen de manifiesto la importancia de la evaluación y gestión ergonómica de los riesgos por parte de estos trabajadores (PULLOPDISSAKUL et al., 2013).

Sin embargo, a pesar de que la literatura indica la alta prevalencia de trastornos relacionados con riesgos ergonómicos en estos entornos laborales, aún no se ha realizado una síntesis de la evidencia sobre la efectividad de las formas de intervención en riesgos laborales en las industrias del sector eléctrico y electrónico. Las revisiones sistemáticas proporcionan un alto nivel de evidencia, y los resultados pueden ayudar a la toma de decisiones para reducir los riesgos ergonómicos de manera eficiente. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo identificar qué intervenciones ergonómicas se realizaron y su efectividad en industrias del sector eléctrico y electrónico.

## 2. MÉTODO

Se realizó un estudio de revisión sistemática, del tipo revisión exploratoria. El estudio se preparó de acuerdo con las recomendaciones del Instituto Joanna *Briggs* (JBI) para la síntesis de evidencia para las revisiones de alcance (PETERS et al., 2020) y se informó de acuerdo con las pautas de *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) para las revisiones de alcance (TRICCO et al., 2018). La pregunta de revisión fue: "¿Qué intervenciones ergonómicas se han llevado a cabo y su eficacia en las industrias del sector electrónico?". El resultado primario del estudio fue el resultado de las intervenciones



ergonómicas realizadas. Todas las etapas fueron realizadas por dos revisores independientes (F.J.H. y J.A.E.). Las discrepancias se resolvieron por consenso con el grupo de autores.

### *Estrategia de búsqueda*

La estrategia de búsqueda bibliográfica incluyó la búsqueda en bases de datos electrónicas, complementada con la verificación de las referencias de los estudios seleccionados. Se realizaron búsquedas en las bases de datos electrónicas Cochrane, Medline, Embase, Scopus, Lilacs y Web of Science. La estrategia general de búsqueda utilizada fue (ergonómica AND intervention And electrónica AND (fábrica\* OR fabricante\* OR industria)). La estrategia de búsqueda se adaptó a cada base de datos, respetando los idiomas y sus reglas sintácticas. La fecha límite para la búsqueda fue el 31 de mayo de 2022.

### *Criterios de elegibilidad*

Se incluyeron estudios de intervención, independientemente de su diseño, cuyos participantes o entornos de trabajo se sometieron a intervenciones para reducir el riesgo ergonómico. No se aplicaron restricciones sobre el tipo de acciones implementadas.

Se excluyeron: (1) estudios observacionales, revisiones, resúmenes de conferencias, cartas y editoriales; (2) estudios en idiomas distintos del inglés, español o portugués; (3) estudios publicados hace más de 20 años (antes de 2002).

### *Selección de las fuentes de prueba*

La selección de los artículos se realizó inicialmente por título y resumen. El software libre Zotero se utilizó como gestor de referencias para ayudar en las etapas de identificación de estudios duplicados y selección de artículos.

A continuación, los textos fueron leídos íntegramente y seleccionados con base en los criterios de elegibilidad, también por dos revisores, de manera independiente. Los motivos de exclusión de los estudios evaluados completamente se registraron por separado, explicando los motivos de exclusión. El proceso de selección de los estudios se presentó en un diagrama de flujo.

### *Extracción de datos*

Para la extracción de los datos se utilizó un formulario estandarizado, a saber: lugar y año de estudio, tipo de estudio, tamaño y características de la muestra, protocolo de intervención, forma de evaluación de los resultados y criterios de evaluación de la calidad del estudio.



### Evaluación de la calidad y síntesis de datos

Se utilizaron los instrumentos recomendados por el JBI para la evaluación crítica de los estudios de intervención (<https://jbi.global/critical-appraisal-tools>) para evaluar la calidad de los estudios seleccionados. Los datos extraídos de los estudios, así como la síntesis del análisis cualitativo, se presentaron en forma de tablas.

### 3. DESARROLLO, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de los estudios incluidos en cada etapa de la revisión. Los datos de los estudios seleccionados se presentan en la Tabla 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de las etapas de identificación y selección de artículos.

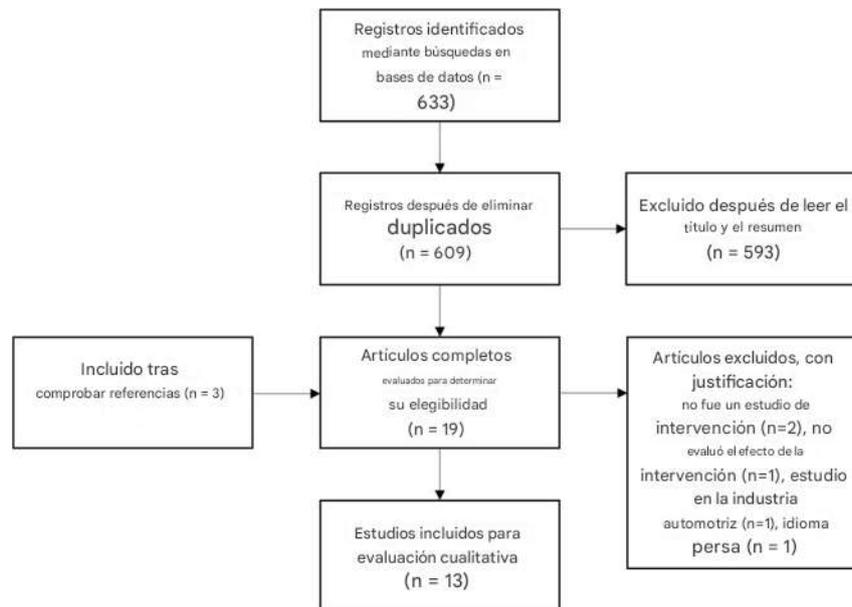


Tabla 1. Estudios incluidos en la etapa de evaluación cualitativa

Autor y año	País	n	Sexo	Edad Media	Tiempo medio de experiencia
Chung y Wang, 2002	Taiwán	16	hembra	22,0	5,2
Neumann et al., 2002	Suecia	N/A	N/A	N/A	N/A
Yeow y Sen, 2003	Malasia	31	hembra	19,4	3,9
Sen y Yeow, 2003	Malasia	31	N/A	N/A	N/A
Yeow y Sen, 2004	Malasia	20	hembra	18,7	3,6
Yeow y Sen, 2006	Malasia	31	hembra	19,4	3,9
Motamedzade et al., 2011	Irán	80	91.2% mujeres	32,2	4,8
Aghilinejad et al., 2016	Irán	105	masculino	34,4	9,7
Daneshmandi et al., 2018	Irán	53	83.0% mujeres	38,8	16
Morag y Luria, 2018	Israel	791	ambos	N/A	N/A



Vega et al., 2019	México	66	ambos	N/A	N/A
Fadaei et al., 2020	Irán	40	hembra	33,7	4,0
Yeganeh et al., 2020	Irán	54	N/A	N/A	N/A

En los estudios se llevaron a cabo varias intervenciones, entre ellas cambios en el tipo de asa y la distancia de transporte (CHUNG; WANG, 2002), la automatización de los pasos de la línea de producción (NEUMANN et al., 2002), la adecuación de la pendiente y la base de apoyo para la inspección visual de las placas (DANESHMANDI et al., 2018), los programas educativos y de formación (MOTAMEDZADE et al., 2011; VEGA et al., 2019; YEGANEH et al., 2020), incluidas las intervenciones ergonómicas participativas (MORAG; LURIA, 2018), uso de vendaje elástico y ejercicios (FADAEI et al., 2020), así como múltiples intervenciones en los puestos de trabajo basadas en diagnósticos de riesgo ergonómico realizados al inicio de los estudios, como la sustitución de sillas y suelos, cambios en la disposición del instrumental, sustitución de zapatos y EPI, reducción de la carga de trabajo, ajuste en el tiempo de la línea de producción, descansos y rotación de trabajadores, confinamiento de máquinas para reducir ruidos y olores (YEOW; SEN, 2003; SEN; SÍ, 2003; SÍ; SEN, 2004; SÍ; SEN, 2006; AGHILINEJAD et al., 2016; VEGA et al., 2019; YEGANEH et al., 2020).

Los instrumentos utilizados para la evaluación ergonómica de las intervenciones también variaron. La aplicación de instrumentos validados no se identificó claramente en cinco estudios, aunque la evaluación se realizó a través de la observación directa (NEUMANN et al., 2002; SÍ; SEN, 2003; SEN; SÍ, 2003; SÍ; SEN, 2004; VEGA et al., 2019).

El uso de la escala de Borg (CHUNG; WANG, 2002), *el Índice de Tensión* (MOTAMEDZADE et al., 2011), *el Cuestionario Musculoesquelético Nórdico* (MOTAMEDZADE et al., 2011), *el Cuestionario Nórdico General* (DANESHMANDI et al., 2018), la Escala de Incomodidad de Corlett y Bishop (AGHILINEJAD et al., 2016), *la Evaluación Rápida de las Extremidades Superiores – RULA* (DANESHMANDI et al., 2018) y el cuestionario *de Discapacidad del Brazo, el Hombro y la Mano – DASH* (FADAEI et al., 2020).

Aunque un estudio definió un grupo control, con 13 participantes (FADAEI et al., 2020), ninguno de los estudios de intervención incluidos fueron ensayos controlados aleatorizados. Algunos estudios aún no han sido capaces de replicar todas las mediciones basales en un momento posterior a la intervención (SEN; SÍ, 2003; SÍ; SEN, 2004; SÍ; SEN, 2006; MORAG; LURIA, 2018; VEGA et al., 2019). La forma de selección de los participantes, así como los aspectos relacionados con la pérdida para el seguimiento, no se explicaron claramente en todos



los estudios. En cuanto al análisis de los datos, solo dos utilizaron métodos adecuados (MOTAMEDZADE et al., 2011; MORAG; LURIA, 2018). Dos estudios utilizaron pruebas independientes en lugar de pareadas para evaluar las intervenciones (CHUNG; WANG, 2002; AGHILINEJAD et al., 2016) y uno reportó haber utilizado una prueba que no aplicaba al tipo de variable evaluada (YEGANEH et al., 2020). Los demás no describieron suficientemente los métodos de análisis o no los utilizaron.

Excepto por la baja calidad metodológica de los estudios seleccionados, los resultados de las intervenciones ergonómicas evaluadas fueron generalmente positivos. Además, algunos estudios han evaluado el impacto de las intervenciones centradas también en mejorar la productividad y los ingresos de la empresa (NEUMANN et al., 2002; SÍ; SEN, 2004; SÍ; SEN, 2006; YEGANEH et al., 2020). Sin embargo, algunos estudios han demostrado que, a pesar de la mejora ergonómica informada, las intervenciones también pueden inducir algunos riesgos que deben sopesarse. La modificación propuesta en el agarre indujo una mejoría postural y permitió un mayor peso máximo aceptable al levantar, sin embargo, condujo a una mayor desviación radial (CHUNG; WANG, 2002). La automatización del trabajo repetitivo en la línea de montaje redujo el riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, pero se identificó un aumento de la intensidad y la monotonía en los puestos de trabajo no automatizados, lo que aumentó el riesgo de trastornos musculoesqueléticos para estos trabajadores (NEUMANN et al., 2002). El cambio en la inclinación del tronco para la inspección visual de las placas de circuitos se asoció con una mejora postural total, incluyendo el cuello, el tronco, pero también se asoció con un ligero empeoramiento en la posición del antebrazo (AGHILINEJAD et al., 2016).

En muchas situaciones, la competitividad del trabajo, en términos de costos, estimula la adopción de métodos de producción ya depreciados en detrimento de la inversión en bienes de capital para la adopción de métodos más modernos de organización del trabajo (FERREIRA; BOTELHO, 2014). La organización del trabajo marcada por la sobrecarga, la presión y otros elementos que desprecian las prácticas ergonómicas adecuadas contribuyen a la reducción de la productividad y al agravamiento de las condiciones patológicas relacionadas con el trabajo (IIDA, 2002). Estas condiciones a menudo también son pasadas por alto por el propio trabajador, como una estrategia defensiva para mantener su empleo, lo que resulta en peores consecuencias a mediano y largo plazo tanto para el individuo como para el empleador (CARVALHO; MORAES, 2011). Sin embargo, a veces medidas sencillas y de bajo costo pueden contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo y el bienestar de los trabajadores,



combinados con el establecimiento de un entorno más productivo en las empresas (BEEVIS; SLADE, 2003; SILVA; PRUFFER; AMARAL, 2012; BATTEVI; VITELLI, 2013; ESMAEILZADEH; OZCAN; CAPAN, 2014; MARTIMO et al., 2020).

#### 4. CONCLUSIONES

Son necesarios estudios con muestras robustas y mejor diseñadas para la adecuada medición de la magnitud de los impactos de las intervenciones ergonómicas en las empresas del sector eléctrico y electrónico. Sin embargo, a pesar de las diferentes metodologías y falencias metodológicas señaladas en los estudios seleccionados, hubo una consistencia entre los resultados positivos de las diversas intervenciones probadas, tanto para la salud ocupacional como para la gestión empresarial, lo que evidencia la importancia de la evaluación ergonómica y la gestión de los riesgos existentes en el entorno laboral.

#### REFERENCIAS

- AGHILINEJAD, M. et al. An Ergonomic Intervention to Reduce Musculoskeletal Discomfort among Semiconductor Assembly Workers. *Work*, v. 54, n. 2, p. 445-450, 2016.
- BATTEVI, N.; VITELLI, N. Ergonomics and productivity: an example applied to a manufacturing industry. *Med Lav*, v. 104, n. 3, p. 203-212, 2013.
- BEEVIS, D.; SLADE, I.M. Ergonomics - costs and benefits. *Appl Ergon*, v. 34, n. 5, p. 413-418, 2003.
- CARVALHO, G.M.; MORAES, R.D. Sobrecarga de trabalho e adoecimento no Polo Industrial de Manaus. *Psicol Rev*, v. 17, n. 3, p. 465-482, 2011.
- CHUNG, H.; WANG, M. Ergonomics interventions for wafer-handling task in semiconductor manufacturing industry. *Hum Factors Ergon Manuf*, v. 12, n. 3, p. 297-305, 2002.
- DANESHMANDI, H. et al. An Ergonomic Intervention to Relieve Musculoskeletal Symptoms of Assembly Line Workers at an Electronic Parts Manufacturer in Iran. *Work*, v. 61, n. 4, p. 515-521, 2018.
- ESMAEILZADEH, S.; OZCAN, E.; CAPAN, N. Effects of ergonomic intervention on work-related upper extremity musculoskeletal disorders among computer workers: a randomized controlled trial. *Int Arch Occup Environ Health*, v. 87, n. 1, p. 73-83, 2014.
- FADAEI, F. et al. The effect of 8 weeks of Kinesio Taping and sport program on grip endurance of manufacturing industrial female assembly workers. *J Health Saf Work*, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2020.
- FERREIRA, S.M.P; BOTELHO, L. O emprego industrial na Região Norte: o caso do Polo Industrial de Manaus. *Estudos Avançados*, v. 28, n. 81, p. 141-154, 2014.
- HULSHOF, C. et al. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environ Int*, v. 146, n. 106157, 2021.
- IIDA, I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher; 2002.



- LARSON, B.A.; ELLEXSON, M.T. Blueprint for ergonomics. *Work*, v. 15, n. 2, p. 107-112, 2000.
- MARTIMO, K.P. et al. Effectiveness of an ergonomic intervention on the productivity of workers with upper-extremity disorders--a randomized controlled trial. *Scand J Work Environ Health*, v. 36, n. 1, p. 25-33, 2010.
- MORAG, I.; LURIA, G. A Group-Level Approach to Analyzing Participative Ergonomics (PE) Effectiveness: The Relationship between PE Dimensions and Employee Exposure to Injuries. *Appl Ergon*, v. 68, p. 319-327, 2018.
- MOTAMEDZADE, M. et al. Ergonomics intervention in an Iranian television manufacturing industry. *Work*, v. 38, n. 3, p. 257-263, 2011.
- NEUMANN, W. et al. A case study evaluating the ergonomic and productivity impacts of partial automation strategies in the electronics industry. *Int J Prod Res*, v. 40, n. 16, p. 4059-4075, 2002.
- PETERS, M.D.J. et al. *Scoping Reviews*. In: AROMATARIS, E.; MUNN, Z. JBI Manual for Evidence Synthesis. Adelaide: JBI; 2020. Chapter 11.
- PINTO, A.G.; TERESO, M.J.A.; ABRAHÃO, R.F. Práticas ergonômicas em um grupo de indústrias da Região Metropolitana de Campinas: natureza, gestão e atores envolvidos. *Gest Prod*, v. 25, n. 2, p. 398-409, 2018.
- PULLOPDISSAKUL, S. et al. Upper extremities musculoskeletal disorders: prevalence and associated ergonomic factors in an electronic assembly factory. *Int J Occup Med Environ Health*, v. 26, n. 5, p. 751-761, 2013.
- SEN, R.N.; YEOW, P.H. Ergonomic study on the manual component insertion lines for occupational health and safety improvements. *Int J Occup Saf Ergon*, v. 9, n. 1, p. 57-74, 2003. SILVA, M.P.; PRUFFER, C.; AMARAL, F.G. Is there enough information to calculate the financial benefits of ergonomics projects? *Work*, v. 41, suppl 1, p. 476-483, 2012.
- TRICCO, A.C. et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med*, v. 169, n. 7, p. 467-473, 2018.
- VEGA, N.E.M. et al. Assessing the Effectiveness of Integrating Ergonomics and Sustainability: A Case Study of a Mexican Maquiladora. *Int J Occup Saf Ergon*, v. 25, n. 4, p. 587-596, 2019. YEGANEH, R.; YARAHMADI, R.; DAMIRI, Z. Surveying the role of didactic interventional Ergonomic-Safety Program on workers' productivity. *J Health Saf Work*, v. 10, n. 3, p. 5-8, 2020.
- YEOW, P.H.P.; SEN, N.R. Quality, productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. *Int J Ind Ergon*, v. 32, n. 3, p. 147-163, 2003.
- YEOW, P.H.; SEN, R.N. Ergonomics improvements of the visual inspection process in a printed circuit assembly factory. *Int J Occup Saf Ergon*, v. 10, n. 4, p. 369-385, 2004.
- YEOW, P.H.P.; SEN, N.R. Productivity and quality improvements, revenue increment, and rejection cost reduction in the manual component insertion lines through the application of ergonomics. *Int J Ind Ergon*, v. 36, n. 4, p. 367-377, 2006.