REVISTA Ação Ergonômica

R. Ação Ergon., 16(2), 2022.
ISSN 2965-7318. doi: 10.4322/rae.v16n2.e202206

INTERVENÇÕES ERGONÔMICAS EM INDÚSTRIAS DO SETOR ELETROELETRÔNICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Fernando José Herkrath[1]*

Leandro Manoel Beiga[2]

Elielza Guerreiro Menezes[3]

Mário Alves Sobral Júnior[4]

Kaellen Almeida Scantbelruy[5]

Jansen Atier Estrázulas[6]

Resumo

O mercado contemporâneo exige eficiência nos processos produtivos, levando a uma deterioração das condições de trabalho. No entanto, isso resulta em maior absenteísmo, afastamentos e custos médicos elevados. Estudos mostram que intervenções ergonômicas podem prevenir e recuperar a perda de produtividade associada a distúrbios musculoesqueléticos. Embora a ergonomia busque melhorar a eficiência e a segurança, os benefícios financeiros nem sempre são evidentes. Uma revisão sistemática destacou uma alta prevalência de exposição a fatores de risco ergonômicos ocupacionais. No setor de montagem eletrônica, desordens musculoesqueléticas são comuns devido a fatores como postura inadequada e movimentos repetitivos. Uma revisão de escopo foi realizada para identificar intervenções ergonômicas e sua eficácia na indústria eletroeletrônica. Embora os estudos variem em metodologia e qualidade, as intervenções mostraram resultados positivos, embora algumas possam ter efeitos colaterais. A competitividade muitas vezes leva à adoção de métodos de produção antiquados, prejudicando a produtividade e a saúde dos trabalhadores. No entanto, medidas simples e de baixo custo podem melhorar as condições de trabalho e a produtividade. Conclui-se que mais estudos são necessários, mas as intervenções ergonômicas mostram consistentemente benefícios tanto para a saúde ocupacional quanto para a gestão corporativa.

Palavras-chave: ergonomia; saúde do trabalhador; indústria eletrônica.

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

[1] Universidade do Estado do Amazonas / Instituto Leônidas e Maria Deane - Fiocruz Amazônia.
*fmberrath@uea.edu.br.
[2] Engenharia de Segurança do Trabalho e Ergonomia – Ergobeiga.
[3] Universidade do Estado do Amazonas.
[4] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas.
[5] Laboratório de Biomecânica da Universidade do Estado do Amazonas.
[6] 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. Introdução

Diante da necessidade imposta pelo mercado de maior eficiência dos processos produtivos, com aumento da produtividade e adoção de prazos exíguos, observa-se uma deterioração das condições laborais nas empresas e corporações. No entanto, produzindo um resultado contrário ao esperado, essas condições de trabalho revelam-se contraproducentes, pelo aumento do absenteísmo, dos afastamentos laborais, da necessidade de readaptações funcionais, dos gastos com cuidados médicos, assim como dos custos elevados dos processos indenizatórios (PINTO; TERESO; ABRAHÃO, 2018).

Diversos estudos têm demonstrado a efetividade de intervenções ergonômicas na prevenção e recuperação da perda de produtividade laboral associada à distúrbi os musculoesqueléticos (BATTEVI; VITELLI, 2013; ESMAEILZADEH; OZCAN; CAPAN,2014; MARTIMO et al., 2020). Embora a ergonomia esteja principalmente preocupada com o desempenho das atividades de maneira segura e eficiente, e a literatura apresente diversas evidências dos resultados da sua aplicação, estes muitas vezes não são expressos de forma que possam ser facilmente convertidas em ganhos financeiros. No entanto, há um número crescente de evidências tangíveis sobre o custo-benefício das melhorias ergonômicas, envolvendo desde o aumento de produtividade resultante do redesenho de equipamentos e do layout do ambiente de trabalho até as economias obtidas com a redução do absenteísmo, afastamentos e de acidentes relacionados ao trabalho (BEEVIS; SLADE, 2003; SILVA; PRUFFER; AMARAL, 2012).

Uma revisão sistemática da literatura com metanálise evidenciou uma prevalência extremamente elevada de exposição ocupacional a fatores de risco ergonômicos (HULSHOF et al., 2021). Os fatores de risco foram definidos como exposição ocupacional a um ou mais de: esforço de força, postura exigente, movimento repetitivo, vibração mão-braço, ajoelhar ou agachar, levantar e escalar. Cinco estudos atenderam aos critérios de elegibilidade, abrangendo 150.895 indivíduos, de 36 países. A prevalência combinada de qualquer exposição ocupacional a fatores de risco ergonômicos foi de 76% (IC 95% 69%-84%). Um estudo realizado com 591 trabalhadores do setor de montagem eletrônica mostrou elevada frequência de desordens musculoesqueléticas em extremidades de membros superiores, principalmente de tenossinovite estilóide radial, dedo em gatilho, síndrome do túnel carpal, epicondilite lateral e epicondilite medial. Foram associados aos desfechos a força elevada do punho, postura inadequada do punho, estresse de contato nos punhos, postura inadequada dos dedos, estresse de contato no dedo e postura inadequada no uso dos cotovelos. Os achados ressaltam a importância da avaliação e gestão de risco ergonômico envolvendo estes trabalhadores (PULLOPDISSAKUL et al., 2013).

No entanto, embora a literatura indique a elevada prevalência de desordens relacionadas aos riscos ergonômicos nestes ambientes de trabalho, uma síntese da evidência sobre a efetividade das formas de intervenção nos riscos ocupacionais em indústrias do setor eletroeletrônico ainda não foi realizada. As revisões sistemáticas propiciam um elevado nível de evidência, e os resultados podem ajudar a tomada de decisões para reduzir os riscos ergonômicos de forma eficiente. Assim, este estudo teve por objetivo identificar quais as intervenções ergonômicas realizadas e sua eficácia em indústrias do setor eletroeletrônico.

2. MÉTODO

Foi realizado um estudo de revisão sistemática, do tipo revisão de escopo. O estudo foi elaborado segundo as recomendações da *Joanna Briggs Institute* (JBI) para a síntese de evidências para revisões de escopo (PETERS et al., 2020) e reportada de acordo com as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) para revisões de escopo (TRICCO et al., 2018). A pergunta de revisão foi: “Quais as intervenções ergonômicas realizadas e sua eficácia em indústrias do setor eletroeletrônico?”. O desfecho primário do estudo foi o resultado das intervenções ergonômicas realizadas. Todas as etapas foram conduzidas por dois revisores, de forma independente (F.J.H. e J.A.E.). As discordâncias foram resolvidas por consenso com o conjunto de autores.

Estratégia de busca

A estratégia de busca na literatura incluiu a pesquisa em bases de dados eletrônicas, complementada pela checagem das referências dos estudos selecionados. Foram pesquisadas as bases eletrônicas Cochrane, Medline, Embase, Scopus, Lilacs e Web of Science. A estratégia geral de busca utilizada foi (ergonomic AND intervention AND electronic AND (factory* OR manufactur* OR industry)). A estratégia de busca foi adaptada para cada base de dados, respeitando os idiomas e suas regras de sintaxe. A data limite da busca foi 31 de maio de 2022.

Critérios de elegibilidade

Foram incluídos estudos de intervenção, independentemente de seu desenho, cujos participantes ou ambientes de trabalho foram submetidos a intervenções para redução do risco ergonômico. Não foram aplicadas restrições sobre o tipo de ações implementadas.

Foram excluídos: (1) estudos observacionais, de revisão, resumos de conferências, cartas e editoriais; (2) estudos em idiomas que não inglês, espanhol ou português; (3) estudos publicados há mais de 20 anos (antes de 2002).

Seleção das fontes de evidência

A seleção dos artigos foi feita inicialmente por título e resumo. O software livre Zotero foi utilizado como gerenciador de referências para auxiliar nas etapas de identificação de estudos duplicados e seleção dos artigos.

Em seguida, os textos foram lidos na íntegra e selecionados com base nos critérios de elegibilidade, também por dois revisores, de maneira independente. Razões para exclusão de estudos avaliados na íntegra foram registrados separadamente, explicando os motivos da exclusão. O processo de seleção dos estudos foi apresentado em um fluxograma.

Extração de dados

Foi empregado um formulário padronizado para extração de dados, a saber: local e ano do estudo, tipo de estudo, tamanho e características da amostra, protocolo de intervenção, forma de avaliação dos desfechos, e os critérios para avaliação de qualidade do estudo.

Avaliação de qualidade e síntese dos dados

Os instrumentos preconizados pela JBI para avaliação crítica de estudos de intervenção (https://jbi.global/critical-appraisal-tools) foram utilizados para avaliar a qualidade dos estudos selecionados. Os dados extraídos dos estudos, bem como a síntese da análise qualitativa, foram apresentados em forma de tabelas.

3. DESENVOLVIMENTO, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o fluxograma dos estudos incluídos em cada etapa da revisão. Os dados dos estudos selecionados estão apresentados na Tabela 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas de identificação e seleção dos artigos.

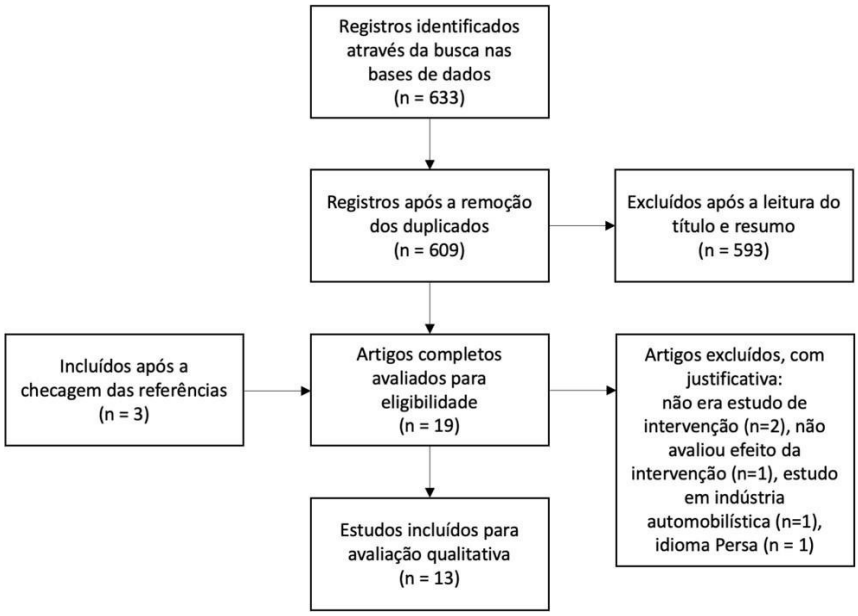

Tabela 1. Estudos incluídos na etapa de avaliação qualitativa

Autor e ano	País	n	Sexo	Idade média	Tempo médio experiência
Chung & Wang, 2002	Taiwan	16	feminino	22,0	5,2
Neumann et al., 2002	Suécia	n/a	n/a	n/a	n/a
Yeow & Sen, 2003	Malásia	31	feminino	19,4	3,9
Sen & Yeow, 2003	Malásia	31	n/a	n/a	n/a
Yeow & Sen, 2004	Malásia	20	feminino	18,7	3,6
Yeow & Sen, 2006	Malásia	31	feminino	19,4	3,9
Motamedzade et al., 2011	Irã	80	91,2% feminino	32,2	4,8
Aghilinejad et al., 2016	Irã	105	masculino	34,4	9,7
Daneshmandi et al., 2018	Irã	53	83,0% feminino	38,8	16
Morag & Luria, 2018	Israel	791	ambos	n/a	n/a
Vega et al., 2019	México	66	ambos	n/a	n/a
Fadaei et al., 2020	Irã	40	feminino	33,7	4,0
Yeganeh et al., 2020	Irã	54	n/a	n/a	n/a

Diversas foram as intervenções realizadas nos estudos, compreendendo modificações no tipo de pega e distância de transporte (CHUNG; WANG, 2002), automação de etapas da linha de produção (NEUMANN et al., 2002), adequação na inclinação e na base de apoio para inspeção visual das placas (DANESHMANDI et al., 2018), programas educacionais e

treinamento (MOTAMEDZADE et al., 2011; VEGA et al., 2019; YEGANEH et al., 2020) incluindo intervenções ergonômicas participativas (MORAG; LURIA, 2018), uso de bandagem elástica e exercícios (FADAEI et al., 2020), bem como intervenções múltiplas nas estações de trabalho a partir de diagnósticos de risco ergonômico realizados na linha de base dos estudos, como a substituição de cadeiras e piso, mudanças na disposição dos instrumentos, substituição de calçados e EPIs, redução da carga de trabalho, ajuste no tempo da linha de produção, pausas e na rotatividade dos trabalhadores, confinamento de máquinas para reduzir ruídos e odores (YEOW; SEN, 2003; SEN; YEOW, 2003; YEOW; SEN, 2004; YEOW; SEN, 2006; AGHILINEJAD et al., 2016; VEGA et al., 2019; YEGANEH et al., 2020).

Os instrumentos utilizados para avaliação ergonômica das intervenções também variaram. A aplicação de instrumentos validados não foi identificada com clareza em cinco estudos, embora a avaliação tenha se dado por meio de observação direta (NEUMANN et al., 2002; YEOW; SEN, 2003; SEN; YEOW, 2003; YEOW; SEN, 2004; VEGA et al., 2019).

Observou-se nos estudos a utilização da escala de Borg (CHUNG; WANG, 2002), *Strain Index* (MOTAMEDZADE et al., 2011), *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* (MOTAMEDZADE et al., 2011), *General Nordic Questionnaire* (DANESHMANDI et al., 2018), escala de desconforto de Corlett e Bishop (AGHILINEJAD et al., 2016), *Rapid Upper Limb Assessment* – RULA (DANESHMANDI et al., 2018) e do questionário *Disability of the Arm, Shoulder and Hand* – DASH (FADAEI et al., 2020).

Embora um estudo tenha definido um grupo controle, com 13 participantes (FADAEI et al., 2020), nenhum dos estudos de intervenção incluídos foi um ensaio randomizado controlado. Alguns estudos, ainda, não conseguiram replicar todas as mensurações realizadas no *baseline* em um momento posterior à intervenção (SEN; YEOW, 2003; YEOW; SEN, 2004; YEOW; SEN, 2006; MORAG; LURIA, 2018; VEGA et al., 2019). A forma de seleção dos participantes, assim como aspectos relacionados à perda de seguimento não foram claramente explicitados na totalidade dos estudos. Quanto à análise dos dados, apenas dois utilizaram métodos adequados (MOTAMEDZADE et al., 2011; MORAG; LURIA, 2018). Dois estudos utilizaram testes independentes ao invés de pareados para avaliação das intervenções (CHUNG; WANG, 2002; AGHILINEJAD et al., 2016) e um reportou ter utilizado um teste que não se aplicava ao tipo de variável avaliada (YEGANEH et al., 2020). Os demais não descreveram suficientemente os métodos de análise ou não os empregaram.

Ressalvando-se a baixa qualidade metodológica dos estudos selecionados, os resultados das intervenções ergonômicas avaliadas foram em geral positivos. Ademais, alguns estudos

avaliaram o impacto das intervenções também com foco na melhora da produtividade e da receita da empresa (NEUMANN et al., 2002; YEOW; SEN, 2004; YEOW; SEN, 2006; YEGANEH et al., 2020). Alguns estudos mostraram, no entanto, que apesar da melhora ergonômica relatada, as intervenções podem também induzir alguns riscos que devem ser ponderados. A modificação proposta na pega induziu à melhora postural e permitiu um maior peso máximo aceitável de levantamento, no entanto acarretou maior desvio radial (CHUNG; WANG, 2002). A automação do trabalho repetitivo na linha de montagem reduziu o risco de distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, porém foi identificado um aumento da intensidade e monotonia naqueles postos não automatizados elevando o risco de distúrbios musculoesqueléticos para estes trabalhadores (NEUMANN et al., 2002). A mudança na inclinação de tronco para inspeção visual das placas de circuito foi associada à melhora postural total, incluindo pescoço, tronco, mas também se associou à uma ligeira piora na posição do antebraço (AGHILINEJAD et al., 2016).

Em muitas situações a competitividade da mão de obra, em termos de custos, estimula a adoção de métodos de produção já depreciados em detrimento do investimento em bens de capital para adoção de métodos mais modernos de organização do trabalho (FERREIRA; BOTELHO, 2014). A organização de trabalho marcada pela sobrecarga, pressão e outros elementos que desconsideram as práticas ergonômicas apropriadas contribuem para a redução da produtividade e o agravamento das condições patológicas relacionadas ao trabalho (IIDA, 2002). Estas condições muitas vezes são também relevadas pelo próprio trabalhador, enquanto estratégia defensiva para manutenção de seu posto de trabalho, acarretando piores consequências em médio e longo prazos tanto para o indivíduo quanto para o empregador (CARVALHO; MORAES, 2011). No entanto, por vezes medidas simples e de baixo custo podem contribuir para a melhora das condições laborais e do bem-estar dos trabalhadores aliado à instituição de um ambiente mais produtivo nas empresas (BEEVIS; SLADE, 2003; SILVA; PRUFFER; AMARAL, 2012; BATTEVI; VITELLI, 2013; ESMAEILZADEH; OZCAN; CAPAN, 2014; MARTIMO et al., 2020).

4. Conclusões

Estudos com amostras robustas e mais bem delineados são necessários para a adequada mensuração da magnitude dos impactos das intervenções ergonômicas em empresas do setor eletroeletrônico. No entanto, apesar das metodologias distintas e das falhas metodológicas apontadas nos estudos selecionados, observou-se uma consistência entre os resultados positivos das diversas intervenções testadas, tanto para saúde ocupacional quanto para a gestão

corporativa, evidenciando o a importância da avaliação ergonômica e gerenciamento dos riscos existentes no ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

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.