

# Retorno de investimento na análise ergonômica



Bernardo Bastos da Fonseca

UERJ - bernardobastosf@gmail.com

Nelson Tavares Matias

UERJ / UNIFATEA - nelson.matiiaz@gmail.com

Natalha Gabrieli Moreira Carvalho

UNIFATEA - natalhagmcarvalho@gmail.com

Líbio Sousa

UERJ - libio.sousa@hotmail.com

## Resumo

Este trabalho foi realizado em uma empresa automotiva do sul do Estado do Rio de Janeiro, para verificar as condições ergonômicas de trabalho, tendo como objetivo a melhoria da saúde, conforto, segurança e do bem estar dos trabalhadores do setor de soldagem da longarina da lateral do veículo. O processo de pesquisa foi realizado in loco com o levantamento do perfil dos trabalhadores, avaliação da situação de trabalho, bem como da situação do ambiente de trabalho e indicação de modificações para os postos. As indicações foram justificadas através da análise de retorno de investimento. Os resultados obtidos na análise ergonômica possibilitam a empresa elaborar um plano de ação que contempla a situação observada, a sugestão de melhoria, o responsável pela implementação da melhoria, a ordem de prioridade e o retorno do investimento.

## Abstract

*This work was carried out in an automotive company in the south of the State of Rio de Janeiro, to verify the ergonomic working conditions, aiming to improve the health, comfort, safety and well being of workers in the side welding sector of the vehicle. The research process was carried out in loco with the survey of the profile of the workers, evaluation of the work situation, as well as the situation of the working environment and indication of modifications to the stations. The indications were justified through the investment return analysis. The results obtained in the ergonomic analysis allow the company to elaborate a plan of action that contemplates the observed situation, the suggestion of improvement, the responsible for the implementation of the improvement, the order of priority and the return of the investment.*

**Palavras-chave:** Análise ergonômica; situação de trabalho; retorno de investimento; planos de ação.

**Keywords:** Ergonomic analysis; work situation; ROI; action plans.

## INTRODUÇÃO

As empresas de manufatura, como a industrial automotiva, têm que pensar em estratégias de como manter seus funcionários saudáveis e capazes de realizar suas atividades laborais. Nesta direção, ações de concepção e de correção do local de trabalho desempenham um papel fundamental na melhorias da qualidade de vida no trabalho e na manutenção da empregabilidade do trabalhadores.

Neste contexto, a Ergonomia se apresenta como importante instrumento no processo de adequar o trabalho ao seu humano através do estudo das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema através da aplicação de teoria, princípios, dados e métodos que visem otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema (IEA, 2017). Tais ações da ergonomia resultam na minimização, ou até mesmo, na prevenção de doenças crônicas. Essas doenças, geralmente, são resultados de posturas e exposições prolongadas e unilaterais induzidas por condições físicas, organizacionais, sociais de emprego e do projeto de trabalho (LANDAU, 2001).

As necessidades e requisitos do ser humano no local de trabalho em matéria de saúde no trabalho são, muitas vezes, não consideradas de maneira suficiente e esta é uma realidade presente da indústria automotiva (THUN et al., 2011). Por exemplo, altos níveis de estresse nos operadores podem surgir no contexto de produção enxuta, como revelam os resultados empíricos de estudos (CONTI et al., 2006).

Vários estudos de caso mostram que determinados objetivos econômicos como aumento da produtividade ou da qualidade, bem como objetivos sociais, como uma força de trabalho mais saudável e mais motivada podem ser efetivados com a aplicação da ergonomia (BEEVIS, 2003; GOGGINS et al., 2008). Especialmente no que tange aos fatores econômicos, fator valorizado pela indústria de manufaturas, a ergonomia e sua aplicação parecem apoiar uma maior qualidade de produtos, como revela Eklund (1995). Falck et al. (2010) examinaram o impacto de uma ergonomia deficiente na linha de montagem na qualidade do produto. Os resultados deste estudo sustentam a importância da ergonomia para questões de qualidade no processo de fabricação.

Hoje, os sistemas de produção, especialmente na indústria automotiva, são frequentemente caracterizados por um grande número de diferentes processos em ambientes altamente automatizados (OHNO, 2005). Isso

tem consequências graves para o número e para a natureza das tarefas desempenhadas pelos operadores do chão de fábrica. Neste contexto, são nocivas as tarefas simples, monótonas e altamente repetitivas (KUME & SATO, 1999; XIAO et al., 2004).

Além disso, aspectos organizacionais relacionados ao estresse, como pressão de tempo, tempo de trabalho e mudanças de turno ou a necessidades de se concentrar por longos períodos de tempo podem ter um impacto negativo no desempenho do operador e são questões críticas no que se refere a ergonomia cognitiva. Condições de trabalho que possuem ruído, temperatura, contato com produtos químicos ou tarefas que emitem vibrações podem ter uma influência negativa na saúde do trabalhador a longo prazo.

Para evitar os problemas descritos acima, a implementação de diversas práticas ergonômicas é uma abordagem que vai ao encontro do estudo e do desenvolvimento de soluções para estes problemas.

As práticas ergonômicas objetivam uma integração ótima dos operadores do chão de fábrica no processo produtivo. Eklund (1995) sugere que maior motivação e satisfação no trabalho possuem relação direta com práticas da ergonomia e apóiam o desempenho humano. A redução das cargas de trabalho e o estresse no trabalho, mais conforto no local de trabalho e diminuição dos riscos de acidentes ajudam a manter a saúde e a mão de obra e, a longo prazo, geram um alívio substancial dos sistemas de previdência.

A Ergonomia deve ser considerada como um elemento crítico do projeto do processo de produção nas empresas automotivas. A implementação de práticas ergonômicas deve ser vista como uma abordagem importante para preservar e melhorar a competitividade de uma empresa. Além do impacto sobre a eficiência, o projeto ergonômico do local de trabalho também influencia a saúde e a segurança ocupacional de forma positiva. Isto é importante no contexto de desenvolvimento das empresas onde, cada vez mais, elas são confrontadas com o problema do envelhecimento da mão de obra. Por isso, práticas ergonômicas são cruciais para construir uma área de produção sustentável em relação à força de trabalho (THUN et al., 2011).

Nesta perspectiva, este trabalho possui o objetivo de analisar o posto de trabalho onde ocorre a solda da longarina em uma indústria automotiva e apontar o retorno de investimento da empresa com a implementação de soluções para os problemas identificados. A definição

deste posto de trabalho ocorreu devido à sobrecarga existente para atender a meta de produção diária, à quantidade de operações que o processo de solda demanda e ao alto custo agregado da peça – longarina.

## METODOLOGIA

A análise ergonômica do posto de trabalho ocorreu através da aplicação de um conjunto de técnicas de coleta e análise de dados (KIRWAN & AINSWORTH, 1992) que resultaram na compreensão das diversas interações existentes na situação de trabalho. Entrevistas foram realizadas junto aos trabalhadores diretos do posto de trabalho analisado e ao supervisor e gerente do setor onde o posto está inserido. Em conjunto, observação direta e indireta foram realizadas ao longo de toda a pesquisa.

Devido as características da atividade de solda, as ferramentas Rapid Upper Limb Assessment (RULA) (MCATAMNEY & CORLETT, 1993) e Rapid Entire Body Assessment (REBA) (HIGNETT & MCATAMNEY, 2000) foram utilizadas para a verificação e avaliação dos esforços e posturas presentes na atividade no posto de trabalho.

Em seguida, foi aplicada a ferramenta matriz GUT (MEIRELES, 2001) com o objetivo de priorizar as ações corretivas e preventivas e ferramenta ROI para calcular a lucratividade sobre o investimento realizado (WINNIE, 2012).

## RESULTADO

O setor de solda da longarina é composto por dois operadores responsáveis pelo abastecimento do setor onde um operador é responsável pelas três primeiras operações e o outro realiza as últimas quatro operações, onde ocorre o transbordo das caixas para os suportes que são enviados para a linha de produção (Figura 1).

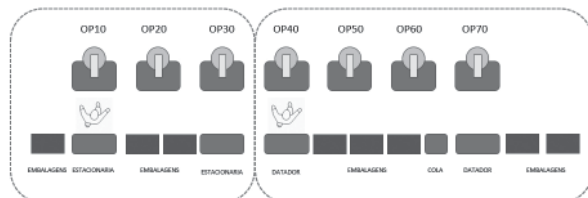


Figura 1 – Fluxograma do setor de solda.  
Fonte: autores (2017).

Durante a análise da atividade, foram mapeadas a sequência das ações técnicas e as exigências presentes no posto de trabalho para realizar cada tarefa (Quadro 1). Após o

mapeamento e com o entendimento do fluxo produtivo do posto, as ferramentas RULA e REBA foram aplicadas para avaliar os esforços e as posturas adotadas durante o processo no setor de solda (Figuras 2 e 3).

Quadro 1 - Sequência de ações técnicas e suas exigências para a realização de cada tarefa.

| Sequência | Tarefa                                                                               | Exigência                                                                                                                                                                                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º        | Pegar os componentes nas embalagens e transportá-los até o dispositivo de solda.     | O operador precisa elevar um dos braços na altura do ombro para fixar o dispositivo e no transporte, ele utiliza apenas uma mão. A outra mão é utilizada para ajustar a peça no dispositivo. |
| 2º        | Pegar peças menores nas embalagens e colocá-las sobre o dispositivo.                 | Inclinação dos membros superiores frontal e lateralmente e flexão dos membros inferiores para aquisição de peças nas embalagens. Torção de tronco para colocar as peças sobre o dispositivo. |
| 3º        | Acionamento dos comandos de abertura e fechamento do suporte pneumático de soldagem. | Exige atenção (carga mental).                                                                                                                                                                |

Fonte: autores (2017).



Figura 2 – Posição 1: operador transportando peça com uma das mãos.  
Fonte: autores (2017).



Figura 3 – Posição 2: transporte de peça com antebraços acima do ombro.  
Fonte: autores (2017).

Os resultados da análise das posições críticas foram obtidos através do uso do software Ergolandia na definição dos ângulos estabelecidos nas ferramentas e da análise das imagens e vídeos gerados durante a coleta de dados. Na ferramenta RULA, a pontuação obtida foi 6 e nível 3, o que indica que é necessário realizar uma investigação no posto de trabalho e introduzir mudanças (Figuras 4

e 5).

Em relação a ferramenta REBA, o resultado foi a pontuação 7 para um risco médio e necessidade de intervenção no processo (Figuras 6 e 7). Os resultados indicam que os operadores estão sujeitos a grandes esforços osteomioarticular devido ao manuseio da peça durante as operações existentes no posto.

|                       |                                                                               |  |  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Empresa               | Automotivo                                                                    |  |  |
| Setor                 | Chaparia                                                                      |  |  |
| Função                | Soldador                                                                      |  |  |
| Tarefa Executada      | Solda ponto em linha robotizada                                               |  |  |
| Braço                 | De 20 a 45 graus                                                              |  |  |
| Antebraço             | De 60 a 100 graus                                                             |  |  |
| Punho                 | Entre - 15 e + 15 graus                                                       |  |  |
| Rotação do punho      | Rotação extrema                                                               |  |  |
| Pescoço               | Maior que 20 graus                                                            |  |  |
| Tronco                | De 0 a 20 graus                                                               |  |  |
| Pernas                | Pernas e pés bem apoiados e equilibrados                                      |  |  |
| Musculatura (Grupo A) | Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min |  |  |
| Musculatura (Grupo B) | Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min |  |  |
| Carga (Grupo A)       | Carga entre 2 e 10 Kg intermitente                                            |  |  |
| Carga (Grupo B)       | Carga entre 2 e 10 Kg intermitente                                            |  |  |

Figura 4 – Resultado da ferramenta RULA na avaliação da posição 1.  
Fonte: autores (2017).

|                       |                                                                               |         |  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|--|
| Empresa               | Automotivo                                                                    |         |  |
| Setor                 | Chaparia                                                                      |         |  |
| Função                | Soldador                                                                      |         |  |
| Tarefa Executada      | Solda ponto em linha robotizada                                               |         |  |
| Braço                 | De 20 a 45 graus                                                              | Abdução |  |
| Antebraço             | De 60 a 100 graus                                                             |         |  |
| Punho                 | Entre - 15 e + 15 graus                                                       |         |  |
| Rotação do punho      | Rotação extrema                                                               |         |  |
| Pescoço               | Maior que 20 graus                                                            |         |  |
| Tronco                | De 0 a 20 graus                                                               |         |  |
| Pernas                | Pernas e pés bem apoiados e equilibrados                                      |         |  |
| Musculatura (Grupo A) | Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min |         |  |
| Musculatura (Grupo B) | Postura estática mantida por mais de 1min ou repetitiva, mais que 4 vezes/min |         |  |
| Carga (Grupo A)       | Carga entre 2 e 10 Kg intermitente                                            |         |  |
| Carga (Grupo B)       | Carga entre 2 e 10 Kg intermitente                                            |         |  |

Figura 5 – Resultado da ferramenta RULA na posição 2.  
Fonte: autores (2017).

|                  |                                             |            |                                                |
|------------------|---------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|
| Empresa          | Automotivo                                  |            |                                                |
| Setor            | Chaparia                                    |            |                                                |
| Função           | Soldador                                    |            |                                                |
| Tarefa Executada | Solda ponto em linha robotizada             |            |                                                |
| Pescoço:         | > 20 graus                                  | Opcional:  |                                                |
| Tronco           | 0 a 20 graus                                | Opcional:  |                                                |
| Pernas:          | Suposte nas duas pernas, andando ou sentado | Opcional:  | Flexão dos joelhos de 30 a 60 graus            |
| Carga:           | Entre 5 e 10 Kg                             | Opcional:  |                                                |
| Punho:           | Até 15 graus                                | Opcional:  | Desvio da linha neutra ou rotação              |
| Braço:           | Entre 20 e 45 graus                         | Opcional:  | Abdução                                        |
| Antebraço:       | 60 a 100 graus                              | Pega:      | Razoável                                       |
| Atividade1:      |                                             | Atividade2 | Movimentos repetitivos (mais que 4 x por min.) |
| Atividade3:      |                                             | Resultado: | 7                                              |

Figura 6 – Resultado da ferramenta REBA na avaliação da posição 1.  
Fonte: autores (2017).

|                  |                                             |            |                                                |
|------------------|---------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|
| Empresa          | Automotivo                                  |            |                                                |
| Setor            | Chaparia                                    |            |                                                |
| Função           | Soldador                                    |            |                                                |
| Tarefa Executada | Solda ponto em linha robotizada             |            |                                                |
| Pescoço:         | > 20 graus                                  | Opcional:  |                                                |
| Tronco           | 0 a 20 graus                                | Opcional:  |                                                |
| Pernas:          | Suposte nas duas pernas, andando ou sentado | Opcional:  | Flexão dos joelhos de 30 a 60 graus            |
| Carga:           | Entre 5 e 10 Kg                             | Opcional:  |                                                |
| Punho:           | Até 15 graus                                | Opcional:  | Desvio da linha neutra ou rotação              |
| Braço:           | Entre 20 e 45 graus                         | Opcional:  | Abdução                                        |
| Antebraço:       | 60 a 100 graus                              | Pega:      | Razoável                                       |
| Atividade1:      |                                             | Atividade2 | Movimentos repetitivos (mais que 4 x por min.) |
| Atividade3:      |                                             | Resultado: | 7                                              |

Figura 7 – Resultado da ferramenta REBA na avaliação da posição 2.  
Fonte: autores (2017).

Em seguida, uma matriz GUT (tabela 2) foi estruturada com os dados obtidos na análise ergonômica e com a identificação das situações observadas. Para que a atribuição de notas não fosse de forma subjetiva, foi utilizada a orientação proposta por Meireles (2001) para a distribuição de notas.

A ferramenta ROI foi aplicada para verificar o tempo de retorno do investimento para a aquisição de novos suportes, sugestão de melhoria proposta para a situação que foi apontada como prioridade. O tempo ciclo total é de dois minutos e 25 segundos e o tempo para coleta de componentes e montagem dos dispositivos é de 30 segundos.

O valor recebido por hora de trabalho por operador é de: R\$ 20,58 / 44 horas semanais, sendo R\$ 1.890,00 para o custo do operador. O conjunto de sete novos suportes para três espaços possui o preço de R\$1.500,00 reais e o conjunto de sete suportes para dois espaços custa R\$ 1.200,00 reais. Para se converter o tempo perdido em economia financeira foi aplicado o seguinte cálculo (WINNIE, 2012 tcc) (Fórmulas a, b e c):

$$IPP = TTE / TTO \times 100 = \% \quad (a)$$

Assim temos:  $IPP = 30'' / 145'' = 0,20689 \times 100 = 20,69\%$

Legenda:



(IPP) Impacto Projetado sobre a Produtividade  
 (TTE) Tempo Total de Economia  
 (TTO) Tempo Total de Operação

CEA = IPP x CAD (b)  
 Assim temos: CEA = 0,20689 x 3.621,62 = R\$ 749,30

Legenda:  
 (CEA) Cálculo da Economia Anual  
 (IPP) Impacto Projetado sobre a Produtividade  
 (CAD) Custo Anual Direto

CPR = CI / CEA (c)  
 Assim temos: CPR = 1200,00 / 749,30 = 1,60 anos

Legenda:  
 (CPR) Cálculo do Período de Retorno / anos (Payback)  
 (CI) Custo de Implementação  
 (CEA) Cálculo da Economia Anual

## DISCUSSÃO

Através de uma análise ergonômica, foi possível identificar que situação de trabalho estudada apresenta riscos para os membros superiores, o que evidencia a necessidade de implementar as mudanças propostas.

A matriz GUT forneceu as prioridades de cada situação observada e as respectivas sugestões de melhorias para a resolução dos problemas identificados.

A aplicação da ferramenta ROI mostra que o retorno de investimento previsto com os novos suportes ocorrerá em um ano e seis meses. Se considerarmos que os atuais modelos dos produtos da empresa possuem um ciclo de vida de oito anos, o investimento se mostra viável. O cálculo do retorno de investimento aponta que a aquisição de 7 novos suportes - equipamento recomendado para mitigar os custos humanos e também reduzir o tempo das atividades que não agregam valor a tarefa - será amortizado em um intervalo de tempo de, aproximadamente, 20 meses. É importante salientar que este tempo corresponde a uma

Quadro 2 - Análise pela Matriz GUT.

| MATRIZ GUT |                                                              |           |          |           |                      |                |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------------------|----------------|
| Item       | Situação Observada                                           | Gravidade | Urgência | Tendência | Grau Crítico (GxUxT) | Prioridade     |
| 1          | Operador carregando peça de forma inadequada.                | 5         | 4        | 4         | 80                   | 3 <sup>a</sup> |
| 2          | Operador carregando diversos componentes.                    | 5         | 5        | 5         | 125                  | 1 <sup>a</sup> |
| 3          | Posturas forçada no manuseio da peça.                        | 5         | 5        | 4         | 100                  | 2 <sup>a</sup> |
| 4          | Altura elevada das embalagens de peças.                      | 4         | 4        | 3         | 48                   | 5 <sup>a</sup> |
| 5          | Operador operando painel do robô com a peça em uma das mãos. | 5         | 4        | 3         | 60                   | 4 <sup>a</sup> |
| 6          | Espaço para o operador movimentar a peça é pequeno.          | 4         | 3        | 2         | 24                   | 7 <sup>a</sup> |
| 7          | Placas metálicas, na área de operação do posto de trabalho.  | 2         | 2        | 3         | 12                   | 8 <sup>a</sup> |
| 8          | Operadores trabalhando em pé durante longos períodos.        | 4         | 3        | 3         | 36                   | 6 <sup>a</sup> |

Fonte: autores (2017).

única tarefa.

Os resultados obtidos no decorrer do trabalho possibilitam por parte da empresa a elaboração de um plano de ação que contempla a situação observada, a sugestão de melhoria, o responsável pela implementação da melhoria, a ordem de prioridade e o retorno do investimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- XIAO, G. B.; DEMPSEY, P.; LEI, L.; MA, Z. H.; LIANG, Y. X. Study on musculoskeletal disorders in a machinery manufacturing plant. **Journal of Occupational and Environmental Medicine** 46 (4), 341–346, 2004.
- KUME, Y.; SATO, N. Biomechanical study on the postures in manual lifting tasks using cusp surface analysis. **International Journal of Production Economics** 60–61, 411–420, 1999.
- OHNO, T. **Toyota Production System**—Beyond Large - Scale Production. Productivity Press, Portland, 2005.
- FALCK, A. C.; ORTENGREN, R.; HOGBERG, D. **The impact of poor assembly ergonomics on product quality: a cost-benefit analysis in car manufacturing.** Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries 20 (1), 24–41, 2010.
- EKLUND, J. **Relationships between ergonomics and quality in assembly work.** Applied Ergonomics 26 (1), 15–20, 1995.
- GOGGINS, R. W.; SPIELHOLZ, P.; NOTHSTEIN, G. L. **Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: Implications for predictive cost-benefit analysis.** Journal of Safety Research 39, 339 – 344, 2008.
- BEEVIS, D. **Ergonomics – Costs and Benefits Revisited.** Applied Ergonomics 34, 491 – 496, 2003.
- CONTI, R.; ANGELIS, J.; COOPER, C.; FARAGHER, B.; GILL, C. The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations and Production Management** 26 (9), 1013–1038, 2006.
- THUN, J.-H.; LEHR, C. B.; BIERWIRTH, M. **Feel free to feel comfortable – An empirical analysis of ergonomics in the German automotive industry.** Int. J. Production Economics 133, 551 – 561, 2011.
- LANDAU, K. **Anforderungen an Montagearbeitsplätze.** In: Landau, K., Luczak, H. (Eds.), Ergonomie und Organisation in der Montage. Hanser, München, pp. 1–82, 2001.
- MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente.** Arte & Ciência - São Paulo, 2001.
- IEA, 2017. Definition and domains of ergonomics. **International Ergonomics Association**, 2017. Disponível em: <<http://iea.cc/>>. Acesso em: 01 out. 2017.
- KIRWAN, B.; AINSWORTH, L.K. **A guide to task analysis,** Taylor & Francis, London. 1992.
- MCATAMNEY, L.; CORLETT, E. N. **RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders,** Applied Ergonomics, 24, 91-99, 1992.
- HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. Rapid entire body

assessment (REBA), **Applied Ergonomics**, 31, 201-205, 2000.

WINNIE, IP. ROI of Ergonomic Improvements: Demonstrating value to the business. Ann Arbor, Humantech, 2012.

## COMO ESTE ARTIGO DEVE SER CITADO:

DA FONSECA, Bernardo Bastos; MATIAS, Nelson Tavares; CARVALHO, Natália Gabrieli Moreira; SOUSA, Líbio. Retorno de investimento na análise ergonômica. **DI Factum**, Lorena, v. 1, n. 2, p. 7-13, 2017.

