

# MELHORANDO A RELAÇÃO HOMEM VERSUS MÁQUINA POR MEIO DA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA:

## UM ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 3P

Flávio Belli<sup>1</sup>

### RESUMO

Este artigo tem como objetivo promover a melhoria em uma bancada de teste de estanqueidade por meio da intervenção ergonômica. Nesse sentido, houve necessidade de fazer um levantamento bibliográfico sobre ergonomia aplicada à melhoria contínua dos postos de trabalho, com foco em demonstrar as contribuições que a intervenção ergonômica pode trazer para o setor metalúrgico da cidade de Joinville (SC). A pesquisa enquadra-se como um estudo de caso, com exploração de dados e verificações provindos de uma pesquisa de campo. Do ponto de vista dos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva. Entre os resultados obtidos neste trabalho, destaca-se o modelo de intervenção ergonômica que zerou o problema de Lesões por Esforço Repetitivo (LER), influenciando na redução do absenteísmo e proporcionando um aumento de produtividade homem/hora em 15%. Já o retorno do investimento feito no posto de trabalho está previsto para 12 meses, o que mostra que melhorar o posto de trabalho não gera grande impacto financeiro. Com esta pesquisa foi possível identificar oportunidades de melhoria na relação homem *versus* máquina, por meio da utilização dos conhecimentos ergonômicos e aplicando a filosofia *lean* (manufatura enxuta), oportunizando, assim, ao setor metalúrgico de Joinville, reavaliar seus postos de trabalhos.

\*\*\*

1. Especialista,  
e-mail: flavio.belli@  
sc.senai.br/flavio.  
belli@tigre.com

\*\*\*

PALAVRAS-CHAVE: Melhoria Contínua. Ergonômico. Filosofia *Lean*.

# 1 INTRODUÇÃO

---

A revolução industrial iniciou um processo de mudança radical na vida das pessoas, pois, a partir desta mudança no cenário produtivo, o homem intensificou sua relação com as máquinas. A busca desenfreada por uma resposta à crescente demanda de consumo obrigou os seres humanos a se adaptarem às máquinas, o que promoveu uma série de impactos à saúde do homem.

No período da industrialização, tinha-se como foco promover o crescimento econômico a todo custo, e não havia conscientização sobre os riscos ergonômicos (instalações inadequadas para os trabalhadores) no local de trabalho. Também não era avaliada a qualidade de vida dos trabalhadores, a regra era produzir e fortalecer a economia. (PILLASTRINI, 2010; OTTO, 2011).

O ritmo acelerado de crescimento do mercado consumidor exigiu cada vez mais da indústria um aumento de produtividade e uma redução dos custos de fabricação. O grande desafio era atender a necessidade deste consumidor que exigia das empresas: velocidade, eficiência e agregação de valor. Com estes direcionadores, as organizações buscaram alterar seus processos, melhorando a relação homem-máquina, para dar uma resposta ergonômica (adequando o ambiente de trabalho) ao ser humano inserido neste ambiente. (ELIZABETH et al. 2011; KUHLANG, 2011).

Nesse cenário de evolução, segundo Borna (2010), as empresas modernas procuram melhorar constantemente suas atividades e, nesse esforço, a eliminação dos desperdícios é um

dos principais pontos para obter um processo de melhoria contínua. Segundo o autor: “[...] o foco no combate aos desperdícios é uma ferramenta poderosa para a racionalização do processo produtivo e, conseqüentemente, para a redução de custos”. (BORNIA, 2010, p. 7).

Neste sentido, surgiram movimentos com foco em reduzir os desperdícios e as atividades que não agregam valor, sendo que um desses movimentos consiste na filosofia *lean*. A ergonomia, por sua vez, contribui através das intervenções ergonômicas nos postos de trabalhos, reduzindo os custos com absenteísmos e melhorando a qualidade de vida do ser humano e, como consequência, promovendo o aumento da produtividade. (KUHLANG, 2011; IIDA, 2005).

No cenário atual, o grande motivador da mudança, que está forçando as organizações a promoverem cada vez mais intervenções ergonômicas, é a necessidade de atender às exigências da NR 17 – ERGONOMIA. O aumento potencial nos custos da Previdência Social, decorrente de indenizações e correções de problemas de saúde, advindos de atividades que não atendem os requisitos ergonômicos, motivou o governo a aumentar a fiscalização e aplicar multas nas empresas que geram passivos ergonômicos. (DELLEMAN et al. 2002; BATTINI et al. 2011; DUL et al. 2009).

Este trabalho tem como objetivo promover a melhoria em uma bancada de teste de estanqueidade, por meio da intervenção ergonômica, com o objetivo de demonstrar as contribuições que tal intervenção pode trazer para o setor metalúrgico da cidade de Joinville.

## 2 A ABORDAGEM ERGONÔMICA

A Ergonomia é a ciência que estuda, num sentido mais amplo, a adaptação do trabalho ao homem, priorizando o ser humano e buscando estudar a relação homem-máquina-ambiente.

A ERGONOMIA VEM ASSUMINDO UM PAPEL DE DESTAQUE NO QUE TANGE À CONCEPÇÃO DOS AMBIENTES DE TRABALHOS, PROMOVENDO MUDANÇAS NA RELAÇÃO DO HOMEM COM O AMBIENTE DE TRABALHO, REVISANDO OS PROCESSOS, COM BASE NA NECESSIDADE DE PROMOVER A QUALIDADE, PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE CUSTOS INERENTES AO PROCESSO PRODUTIVO (IIDA, 2005; LIMA, 2003).

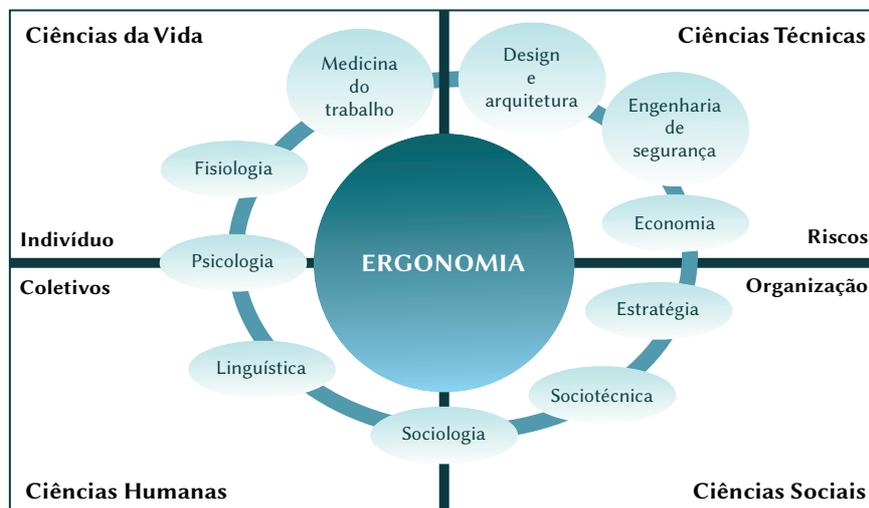
Considera-se como marco inicial da Ergonomia o período pós Segunda Guerra Mundial, visto que nesse momento esta se desenvolveu como

ciência propriamente dita. Os primeiros estudos na área ocorreram nos Estados Unidos e na Inglaterra. (IIDA, 2005; LIMA, 2003).

Os estudos iniciais da Ergonomia nos Estados Unidos tinham como preocupação a interface homem-máquina, levando em consideração características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e sensoriais. O objetivo principal era dimensionar as estações de trabalho, por meio de pesquisas e simulações em laboratórios especiais. (LIMA, 2003).

A análise ergonômica nos locais de trabalho vem se tornando cada vez mais importante, fato esse corroborado pela reformulação da legislação da União Europeia (Diretiva Máquinas, 2006/42/CE, 89/391/CEE, Segurança e Saúde do ato 1970), atualização que foi motivada pelo envelhecimento contínuo da força de trabalho na maior parte dos países desenvolvidos. As revisões dos processos produtivos estão ocorrendo nas linhas de produção, especialmente montagem final, onde a participação do trabalho manual é alta e uma atenção especial é dada à ergonomia. (OTTO, 2011).

Figura 1: Interdisciplinaridade da Ergonomia



Fonte: Lima (2003 apud VIDAL, 2002, p.18)

Analisando a figura 1, é possível identificar a abrangência que a ergonomia possui e a sua ampla capacidade de conferenciar com as diversas áreas de estudo das ciências.

A grande contribuição da ergonomia para a sociedade decorre da proposta de melhorar e/ou solucionar os problemas sociais ligados a saúde, segurança, conforto e eficiência, e otimizar a relação homem-máquina, reduzindo o desconforto das suas atividades produtivas. As pessoas podem utilizar a ergonomia para gerar melhorias relacionadas a transportes mais cômodos e seguros, ou à mobília de casas e escritórios mais confortáveis. (IIDA, 2005; PILLASTRINI, 2009).

Quanto a sua aplicação, conceitualmente a ergonomia classifica-se, segundo Lima (2003) da seguinte maneira:

- Ergonomia de Produto: ocupa-se da investigação do projeto, dos objetos e utensílios dos quais homens se utilizam para realizar o seu trabalho.
- Ergonomia de Produção: de caráter mais amplo, investiga as condições nas quais o trabalho humano é realizado (definição chave para o entendimento do conceito de Análise Ergonômica).
- Em relação ao foco de intervenção tem-se:
- Ergonomia de Concepção: ocorre quando a contribuição se faz na fase inicial do projeto do produto, do processo ou do ambiente.
- Ergonomia de Correção: ocorre quando a contribuição se faz em situações reais, já existentes, para solucionar desde problemas físicos aos psicológicos das pessoas, por exemplo, do redesenho, ou até substituição total de máquinas e postos de trabalho.

Ergonomia de Conscientização: é referente à necessidade de atuação proativa dos próprios trabalhadores, como agentes de mudança e de melhoria da qualidade de vida no trabalho, por meio da conscientização dos operários, por exemplo, cursos, treinamentos e recomendações técnicas, ensinando-os a reconhecer fatores de risco e usar a máquina de forma segura e confortável.

Nesse sentido, a ergonomia passou a englobar a avaliação dos riscos ergonômicos que podem ocorrer no local de trabalho e que podem causar uma série de danos à saúde e à qualidade de vida dos trabalhadores, além de afetar os resultados econômicos dos empregadores e da economia como um todo.

Em 2008, cerca de 315 mil casos de trabalho relacionados a Lesões Músculo-Esqueléticas (LME) – muitas vezes referidas como lesões ergonômicas –, que exigem um afastamento médio de 10 dias, foram relatados nos EUA (Bureau of Labor Statistics, 2009).

O impacto nos custos decorrentes das indenizações e afastamento do trabalho por LME nos EUA, em 2009, gerou um desembolso aos empregadores de aproximadamente 20 bilhões de dólares. Além disso, as doenças ocupacionais de trabalhadores geram custos adicionais para as empresas devido à perda de produtividade e capacidade (decorrente dos altos índices de absenteísmo dos trabalhadores), à menor produtividade do trabalhador e ao aumento das taxas de defeitos nos produtos. (OTTO, 2011).

## 2.1 Intervenção ergonômica em postos de trabalho

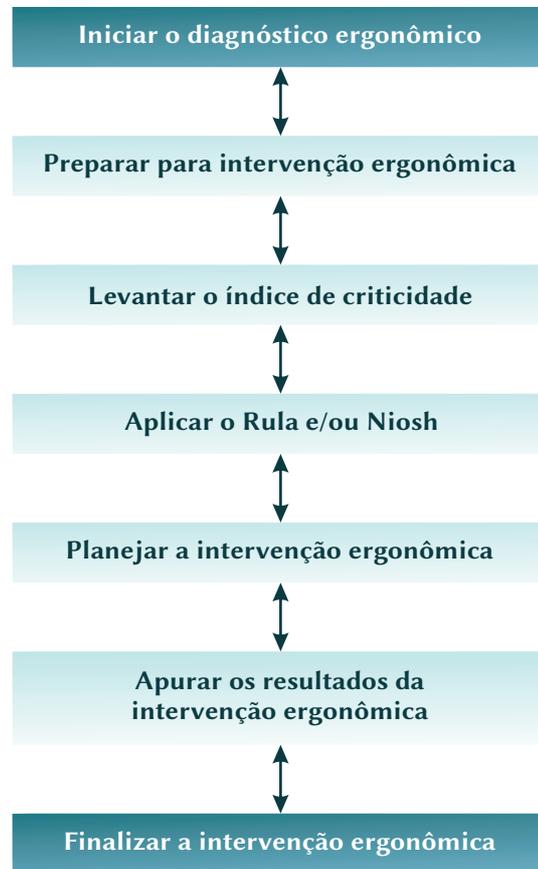
Antes de iniciar uma intervenção ergonômica é preciso fazer uma análise do posto de trabalho, estudo que pode ser feito através de ferramentas como NIOSH (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional), RULA (Avaliação do Membro Superior Rápido) etc., e que ajuda a classificar o grau de risco ergonômico. O protocolo RULA é um método de estudo desenvolvido para investigações ergonômicas de postos de trabalho onde existe a possibilidade de desenvolvimento de lesões e doenças de membros superiores relacionadas ao trabalho. (MEIRA, 2004 apud MCATAMNEY, 1993).

Já a equação NIOSH, desenvolvida em 1981 pelo Nacional Instituto para a Segurança e Saúde Ocupacional, possui como foco a estimativa de risco de condições de trabalho em lugares onde as atividades de movimentação manual equivalem a 90% do trabalho e são a principal fonte de risco de acidentes ou lesões. (OTTO, 2011 apud WATERS, 1994).

A equação de NIOSH demonstra o índice de elevação, que é a relação entre o peso da corrente de carga e a carga recomendada para o limite de peso:  $LI \frac{1}{4}$ . Quanto maior o índice de elevação, maior é o percentual da força de trabalho, ou seja, é provável que esteja sob o risco de desenvolver dor lombar. O limite de peso recomendado é calculado em função das condições do levantamento, e da distância de viagem vertical de mãos ou grau de assimetria na postura e a frequência de levantar. (OTTO, 2011).

Para facilitar o entendimento do processo de intervenção ergonômica apresenta-se, na figura 2, o Fluxo de Intervenção Ergonômica.

Figura 2: Fluxo de Intervenção Ergonômica



Fonte: Do autor (2014)

Concluída a fase de diagnóstico com a ferramenta que melhor se enquadrar para o posto de trabalho que será estudado, o próximo passo é iniciar a intervenção ergonômica.

Os índices de criticidades identificados nos postos de trabalho analisados devem ser checados por meio de uma caminhada ao GEMBA (local onde acontece a atividade) e, se possível, procurar entrevistar as pessoas para confirmar se o diagnóstico obtido através da ferramenta RULA e do método NIOSH estão corretos. (KUHLANG, 2011; PILLASTRINI, 2009; SUNDIN et al. 2004).



A próxima etapa é planejar a intervenção ergonômica, antes de iniciar as mudanças dos postos de trabalho. As ações corretivas e melhorias são projetadas a partir do mapeamento do processo e servem como guia para o projeto futuro. O seu foco principal é aumentar a produtividade e melhorar o nível de ergonomia.

A premissa é obter dados confiáveis para avaliar a necessidade de melhoria como, por exemplo: o número de peças (conectores e componentes) produzidas por turno, o tempo de funcionamento dos equipamentos (tempo de base), os tipos de movimentos executados e sua duração, e o esforço necessário para executar as atividades do posto de trabalho. (KUHLAN, 2011).

Outro aspecto que chama a atenção na intervenção ergonômica está relacionado ao seu objetivo principal que é melhorar o ambiente de trabalho e focar, principalmente, no homem. Os demais componentes (e.g. máquinas, iluminação, objetos, dispositivos) devem se adaptar às necessidades do ser humano, e o resultado deste trabalho deve ser um posto de trabalho

ergonomicamente correto e com o menor índice de impactos à saúde das pessoas. (KUHLANG, 2011; PILLASTRINI, 2009; SUNDIN et al. 2004).

Outro detalhe a ser respeitado para garantir a eficácia da intervenção ergonômica é seguir as normas regulamentadoras da ergonomia NR17. Segundo o item 17.6.1 da Norma Regulamentadora (NR17) – Ergonomia, “[...] a organização do trabalho deve ser adequada às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado”. (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2002 p. 45).

A intenção da NR17 é o estabelecimento de parâmetros para adaptar as condições de trabalho às características dos trabalhadores, proporcionando máximo conforto, segurança e desempenho no trabalho. Para tanto, é necessário o conhecimento de questões voltadas à saúde e capacidades fisiológicas do trabalhador, bem como questões organizacionais e planejamento do trabalho.

### 2.1.1 Lesões por Esforço Repetitivo (LER)

Nos dias atuais ainda é difícil fazer um diagnóstico de LER, devido os seus diversos fatores causais. Entre eles destacam-se:

- **Fatores de natureza ergonômica:** força excessiva, alta repetitividade de um mesmo padrão de movimento, posturas incorretas dos membros superiores, compressão das delicadas estruturas dos membros superiores, frio, vibração, postura estática, entre outros.
- **Fatores de natureza organizacional:** concentração de movimentos numa mesma pessoa, horas extraordinárias, dobras de

turno, ritmo apertado de trabalho, ausência das pausas necessárias, entre outros.

- **Fatores de natureza psicossocial:** pressão excessiva para os resultados, ambiente excessivamente tenso, problemas de relacionamento interpessoal, rigidez excessiva no sistema de trabalho, entre outros (MIRANDA et al. 1999).

O diagnóstico da LER, como assinala Miranda et al. (1999 apud ADA ASSUNÇÃO, 1992), é essencialmente clínico e baseia-se na análise ocupacional, nos exames complementares e na análise das condições de trabalho.

Associada ao estudo epidemiológico e à visita ao local de trabalho, a análise ocupacional compõe os procedimentos básicos da investigação da LER.

A dor é o principal sintoma da LER e, quase sempre, é desencadeada ou agravada pelo movimento. Na maioria dos casos há dificuldade em definir o tipo e a localização da dor, que costuma iniciar gradualmente por uma região anatômica (punho, cotovelo e ombro), mas acaba atingindo todo o membro superior. A sintomatologia dolorosa é agravada, em geral, pelo uso do membro afetado, piorando com fatores como o frio, mudanças bruscas de temperatura e estresse emocional.

## 2.2 Melhoria contínua nos postos de trabalho

A busca pela melhoria ergonômica nos postos de trabalho é a meta a ser alcançada e, para que seja possível, é necessário se basear em métodos, técnicas de diagnósticos e ferramentas de melhorias, essenciais nesta empreitada.

Assim, como técnica de diagnóstico ergonômico, o protocolo RULA é recomendado para análise de atividades que exijam esforços dos membros superiores. O resultado do diagnóstico RULA consiste em uma nota que corresponde qualitativamente às seguintes ações ergonômicas, de acordo com Meira (2004):

- Nota 1 ou 2 = aceitável;
- Nota 3 ou 4 = investigar;
- Nota 5 ou 6 = investigar e mudar logo;
- Nota 7 = investigar e mudar imediatamente.

Em relação à melhoria do processo, é recomendado por Campos et. al (2012) utilizar o método 3P (processo de preparação da produção), que tem como objetivo criar processos enxutos (*lean*), ou seja, isentos de desperdícios, de forma a manter apenas processos que agreguem valor. Segundo o autor, a implantação do método 3P segue as seguintes etapas:

- **Desenhar/Projetar alternativas de processo:** consiste em esboçar graficamente sete alternativas distintas do produto ou processo.
- **Avaliar Alternativas:** nesta etapa, os processos alternativos são colocados sobre a avaliação dos requisitos do sistema *lean*. Esses requisitos representam os ideais do *lean* aplicados ao produto ou processo, de maneira específica. Eles são classificados com notas de 1 a 5 quanto a sua importância para o processo. Cada alternativa recebe uma nota para cada requisito, sendo que a nota 5 representa a satisfação total da alternativa ao requisito, e 1 representa o não atendimento pleno do requisito à alternativa.
- **Simular e testar:** nesta etapa é realizada a simulação das três alternativas obtidas no passo anterior.

Outro artifício que pode ser utilizado para sustentar a melhoria ergonômica no posto de trabalho é a utilização da ferramenta da qualidade PDCA (planejar, executar, checar, agir). A resolução de problemas requer que seja realizada uma análise de dados e a obtenção de

informações que possibilitem uma ação imediata. Neste sentido, o PDCA é uma ferramenta da qualidade que busca melhorar os resultados, direcionando as ações para identificar as causas que originam um problema e fomentar uma ação eficaz para sua solução. (SAXENA et al., 2004).

## 3 APLICANDO A ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTOS DE TRABALHO

---

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa do setor metalúrgico na cidade de Joinville, estado de Santa Catarina, que produz registros metálicos. O foco deste trabalho foi promover a melhoria nas bancadas de teste de estanqueidade por meio da intervenção ergonômica. Outro fator que fomenta a adequação ergonômica é a norma reguladora NR17, que exige das empresas um controle ergonômico mais eficaz das atividades que não estejam em conformidade.

A população de amostras utilizada para aplicar a pesquisa é composta de 15 funcionários que trabalham em cinco bancadas de teste de estanqueidade, em três turnos de trabalho. A escolha da intervenção da área foi estratégica, pois a empresa estava com 4 funcionários afastados por problema de LER, e isto estava gerando um custo mensal de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), por isso, havia a urgência da intervenção ergonômica.

Outro detalhe importante do processo estudado está relacionado ao fato de que 100% dos registros produzidos precisam ser testados na bancada de testes de estanqueidade para garantir a qualidade. Nesse processo de análise

das bancadas de teste de estanqueidade foram listadas as principais tarefas que exigiam esforços do operador, dentre elas destacam-se:

- girar o volante do registro para testar o torque;
- montar os gabaritos de vedação para testar o vazamento;
- desmontar os gabaritos de vedação;
- colar etiqueta do código de barra nas peças aprovadas;
- embalar as peças aprovadas.

O quadro 1 apresenta como será feito o desenvolvimento do estudo de caso, desde o seu planejamento, execução, cheque dos resultados, até a ação de implementar a proposta de melhoria e analisar a eficácia da solução. Esta ferramenta de melhoria contínua teve como objetivo organizar e estruturar a intervenção ergonômica, além de permitir e registrar as ações executadas para facilitar o controle e identificar qual lógica de trabalho foi utilizada. Também permite que a melhoria contínua seja replicada com a mesma qualidade.

Quadro 1: Ciclo PDCA aplicado na melhoria do caixa de supermercado

Etapas	Objetivos	Ações	Materiais e métodos	Resultados
<b>P</b>	Levantamento Bibliográfico. Fazer análise do posto de trabalho. Promover melhorias ergonômicas.	Pesquisa bibliográfica. Levantamento dos pontos críticos nos postos de trabalhos.	Caminhada GEMBA. Matriz Rula. Método 3P. Mapa de oportunidades de melhoria.	Entendimento dos conceitos de ergonomia aplicado na melhoria de postos de trabalho. Visão do processo atual.
<b>D</b>	Elaboração da proposta de melhorias para os problemas ergonômicos.	Elaborar diagnóstico dos riscos ergonômicos. Analisar as melhorias propostas.	Matriz Rula. Método 3P.	Diagnóstico do posto de trabalho. Projeto 3P.
<b>C</b>	Analisar os resultados das simulações dos projetos 3P.	Elaborar análise de retorno do capital investido na melhoria ergonômica.	Matriz Rula.	Resultado da aplicação da matriz RULA: 1 ou 2 = aceitável.
<b>A</b>	Normatizar instruções de trabalho.	Padronização das instruções de trabalho.	Avaliação periódica.	Zero problema de LER.

Fonte: Do autor (2014)

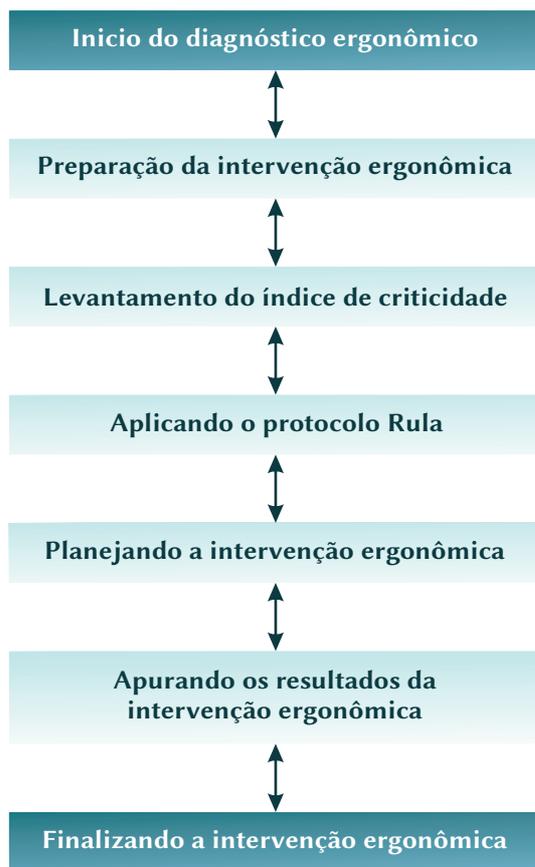
Neste contexto, o método utilizado no processo de investigação foi a caminhada GEMBA, para aplicar o protocolo RULA no posto de trabalho.

O protocolo RULA é o método mais indicado para analisar o posto de trabalho escolhido para este estudo, pois neste posto de trabalho o esforço do trabalho se concentra nos membros superiores.

Como o protocolo RULA é aplicado através da observação da execução das atividades, a caminhada GEMBA é necessária para obter o diagnóstico do estado ergonômico do posto de trabalho estudado.

Já a incursão no posto de trabalho seguiu com enfoque de *kaizen*, no qual as equipes envolvidas no estudo fizeram a caminhada GEMBA e executaram as atividades apresentadas na figura 3.

Figura 3: Fluxo das atividades realizadas na intervenção ergonômica



Fonte: Do autor (2014)

A revisão da literatura que sustentou este estudo de caso foi selecionada com base científica. A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio de uma revisão sistemática de literatura nas bases de dados ISI, Scopus e Google acadêmico. As palavras chaves utilizadas na pesquisa foram: *Assessmentergonomic workstations*, *Interventionergonomic workstations*, *Processimprovementergonomics*. O resultado parcial da busca simples apontou um total de 1520 artigos.

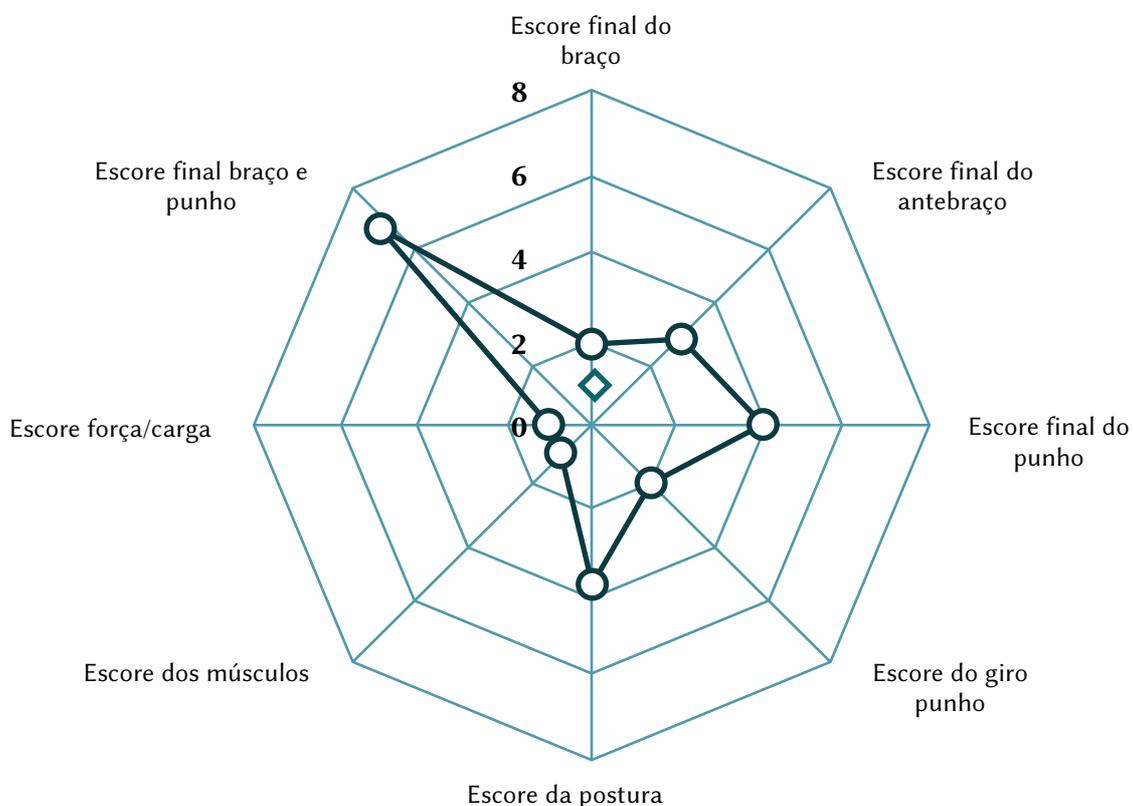
Posteriormente, as publicações resultantes da busca foram selecionadas e revisadas, tendo como critério o alinhamento do título ao tema foco desta pesquisa. Nesta segunda amostra obteve-se 45 publicações que foram selecionadas. Após análise aprofundada, chegou-se a uma amostra final de 15 artigos. Como direcionamento de aplicabilidade desta pesquisa, foi apresentado um estudo de caso da aplicação da intervenção ergonômica em postos de trabalhos.

## 4 INTERVEÇÃO ERGONÔMICA E RESULTADOS OBTIDOS

O diagnóstico do posto de trabalho inicia-se com a aplicação do protocolo RULA, para reconhecer a situação ergonômica. O resultado

desta aplicação do protocolo RULA foi nível 7 = investigar e mudar imediatamente, como pode ser observado no gráfico 1.

Gráfico 4: Aplicação do protocolo RULA



Fonte: Do autor (2014)

Além de aplicar o protocolo RULA, a caminhada no GEMBA teve como objetivo também gerar uma classificação dos principais problemas ergonômicos. O quadro 2 foi elaborado para

direcionar as ações da intervenção ergonômica e para entender a origem dos principais problemas.

Quadro 2: Mapa de oportunidades de melhorias das bancadas de testes estanqueidade

ANÁLISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO					
PROBLEMAS ERGONÔMICOS			INTERVENÇÃO ERGONÔMICA		
Macro ergonômico	Micro ergonômico	Ergonomia de concepção.	Ergonomia de correção.	Ergonomia de conscientização.	Grau de impacto ergonômico.
	Giro do volante do registro.		Automatizar esta atividade.		Alto
	Montar gabarito de teste.		Automatizar esta atividade.		Alto
	Desmontar gabarito de teste.		Automatizar esta atividade.		Alto
	Colar etiqueta.			Treinar	Baixo
	Embalar as peças.		Automatizar esta atividade.		Baixo
Ruído		Projetar equipamentos mais silenciosos.		Utilizar o protetor auricular.	Médio

Fonte: Do autor (2014)

Outra informação que o quadro 2 apresenta está relacionada aos pontos críticos que possuem um alto grau de impacto ergonômico e, por isso, devem ser corrigidos com a intervenção ergonômica. A soma das análises dos resultados do protocolo RULA e do quadro 1 serviram como um *input* essencial para o desenvolvimento do projeto de melhoria com o método 3P. Na sequência, ao finalizar o diagnóstico do posto de trabalho, iniciou-se a fase de construção

das alternativas de solução para o problema ergonômico apoiado pelo método 3P.

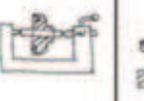
O primeiro passo da intervenção ergonômica foi a construção das sete alternativas que o método 3P recomenda. A construção das alternativas aconteceu num evento *kaizen* de 3P que contou com a participação das equipes de engenharia de processo, engenharia de qualidade, engenharia de segurança e engenharia de produtos. Essas equipes desenharam as alternativas com apoio

de técnicos em automação e com apoio dos projetistas.

Nos desenhos dessas alternativas foram agrupadas soluções para resolver os problemas encontrados, tarefas que estavam na classificação de grau de risco ergonômico alto e que eram causadoras de LER neste processo:

- girar o volante do registro para testar o torque;
- montar os gabaritos de vedação para testar o vazamento;
- desmontar os gabaritos de vedação.

Figura 4: Desenhos das sete alternativas

FORMULÁRIO DE VISÃO DO PROCESSO							
DATA: 13/10/2012							
NOME: EDUARDO							
DESCRIÇÃO DA PEÇA: DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO PARA FERRAMENTAS DE MEDIÇÃO							
Nº da Peça	1	2	3	4	5	6	7
Descrição							
Método ou processo de fabricação							

Fonte: Do autor (2014)

A figura 4 apresenta o esboço dos desenhos das sete alternativas que representam as propostas de dispositivos automatizados para fazerem os testes de estanqueidade e efetuar o giro do

volante, pois, conforme apontado no quadro 1, estas são as atividades que mais afetam a ergonomia do processo de inspeção.

Tabela 1: Matriz de avaliação das alternativas

AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS									
Requisitos do Sistema Lean		Peso	1	2	3	4	5	6	7
1	Envolvimento do operador (fabricação)	4	8	4	12	12	12	16	20
2	Descarregamento automático	3	9	6	6	12	6	12	15
3	Carregamento	3	6	6	6	6	9	12	15
4	Poka-yoke (a prova de erros)	3	9	9	6	12	12	12	15
5	Investimento mínimo	2	4	6	8	6	8	8	10
6	Troca rápida	2	6	6	6	8	8	8	6
7	Simplicidade manufaturada	3	6	6	9	9	9	12	9
8	Processo conhecido	1	2	2	2	2	3	4	3
9	Jidoka	4	8	4	8	12	16	16	12
10	Operação limpa / meio ambiente	1	2	2	3	3	4	4	5
11	Ergonômico e seguro	5	10	10	10	15	25	25	25
	Total		70	61	76	97	112	129	135

Notas: 5 – Excelente / 4 – Acima da Média / 3 – Média / 2 – Abaixo da Média / 1 – Ruim

Fonte: Do autor (2014)

As melhores alternativas avaliadas são as 5, 6 e 7, conforme apresentado na tabela 1. Porém, o ponto que mais chamou atenção é o fato de que as melhores avaliações estão relacionadas ao ponto mais crítico deste trabalho, que se refere à melhoria nas bancadas de testes de estanqueidade para torná-las ergonomicamente mais seguras. Essa constatação corrobora com a proposta de alinhamento dos métodos e técnicas utilizados em todo o processo de intervenção ergonômica.

Em seguida, foram feitas simulações das três alternativas que melhor pontuaram. A simulação aqui descrita consiste em simular fisicamente o produto ou processo, que, no caso abordado, é um dispositivo de teste de estanqueidade. Nesse

processo foi utilizado um *software* 3D para simular o funcionamento do equipamento e para orientar a construção do mobiliário adequado a esta na condição de trabalho.

O dispositivo que melhor atendeu o requisito ergonômico foi o dispositivo apresentado pela alternativa 7, pois além de eliminar as atividades causadoras da LER, também melhorou a interação homem-máquina-ambiente. A aplicação da alternativa 7 no posto de trabalho eliminou o risco de LER e ainda promoveu um aumento de produtividade de 15%. O retorno do investimento feito no posto de trabalho ocorreu em 12 meses. Além disso, esse resultado deixou a equipe de engenharia da segurança satisfeita e serviu como *input* para outras intervenções ergonômicas.

## 5 CONCLUSÕES

---

No levantamento bibliográfico realizado observou-se que a ergonomia, apesar de pouco difundida nas empresas, é uma ciência que está inserida no dia a dia das pessoas, e tem foco de melhorar o bem estar do ser humano.

Em relação aos métodos de avaliação ergonômica, quando estes são associados a outras técnicas como, por exemplo, o 3P, utilizado neste trabalho, potencializa-se os resultados. A multidisciplinariedade da ergonomia também é outro fator importante, que, pela integração de conhecimentos de diferentes áreas, permite a promoção e a identificação de soluções mais adequadas para a relação homem-máquina-ambiente.

Por outro lado, na análise dos resultados da intervenção ergonômica, constatou-se que, além de melhorar a ergonomia das bancadas de testes de estanqueidade, o estudo promoveu uma redução no absenteísmo e, conseqüentemente, nos custos decorrentes de tais afastamentos.

Diferente do que a maioria dos empresários costuma pensar, a intervenção ergonômica não incorre somente em custos, ambos, funcionário e empresa, ganham. Essa afirmação foi comprovada no presente estudo.

Outro ganho decorrente da intervenção ergonômica, foi simplificação da execução das atividades no posto de trabalho, pois agora não necessitam mais de operadores especialistas para essa operação, por que a mesma foi automatizada e permitiu o rodízio dos operadores e como consequência facilitou o controle das atividades que geram impactos ergonômicos.

Nesse sentido, o presente estudo contribui para o setor metalúrgico da cidade Joinville (SC), pois apresenta um método que pode ser seguido para a correção de problemas ergonômicos.

Por fim, a intervenção ergonômica, quando suportada por ferramentas como o protocolo RULA e a equação NIOSH, e pelas técnicas e métodos de melhoria contínua que estruturam a pesquisa, favorece a obtenção de resultados com alta viabilidade de aplicação.

Como recomendação para futuras pesquisas, sugere-se a incorporação do Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) de produtos e processos em intervenções ergonômicas.



OS RESULTADOS PROPORCIONADOS PELO MÉTODO 3P FORAM A REDUÇÃO DOS PROBLEMAS DE LER, O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E A FACILIDADE DE RODÍZIO DOS OPERADORES.

# IMPROVING MAN VERSUS MACHINE RELATIONSHIP THROUGH ERGONOMIC INTERVENTION:

A CASE STUDY WITH APPLICATION  
OF THE METHODOLOGY 3P

## ABSTRACT

*The objective of this article is to promote the improvement on a bench tightness test through ergonomic intervention. In this sense, it was necessary to review the literature on ergonomics applied to the continuous improvement of jobs, focusing on the contributions demonstrate that the ergonomic intervention can bring to the metallurgical sector in the city of Joinville (SC). The research is framed as a case study, with data exploration and stemmed checks a field survey. From the point of view of the objectives, is classified as exploratory and descriptive. Among the results obtained in this work, there is the model of ergonomic intervention that zeroed the problem of Repetitive Strain Injury (RSI), influencing the reduction of absenteeism and increase productivity by providing a man / hour at 15%. But the return on investment on the job is scheduled for 12 months, which shows that improving job does not generate major financial impact. This research was possible to identify opportunities for improvement in the man versus machine, through the use of ergonomic knowledge and applying lean philosophy (lean manufacturing), giving opportunity to the metallurgical sector of Joinville, reevaluate their work stations.*

\*\*\*

*Keywords: Continuous  
Improvement. Ergonomic.  
Lean philosophy.*

\*\*\*

## REFERÊNCIAS

BATTINI, D.; FACCIO, M.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 41, Issue 1, p. 30 – 42, 2011.

BORNIA, Antônio C. **Análise Gerencial de Custos: aplicação em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CAMPOS, Telmo Ribeiro; SILVA, Sergio Luis. Método para participação da produção no desenvolvimento enxuto de produto. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, ISSN 1984-2430, n. 1, p. 61, 2012.

DELLEMAN, N. J.; DUL, J. Sewing machine operation: workstation adjustment, working posture, and workers' perceptions. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 30, Issue 6, p. 341 – 353, 2002.

DUL, J.; NEUMANN, W. P. Ergonomics contributions to company strategies. **Applied Ergonomics**. v. 4, Issue 4, p. 745 – 752, 2009.

ELIZABETH, C.; CASSANDRA, E. A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2011.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

KUHLANG, P. Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes. **Journal of Manufacturing Science and Technology**. v. 4, Issue 1, p. 24-32, 2011.

LIMA, João. **Metodologia de Análise Ergonômica**. 2003, XX f. Monografia (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 2003.

## SOBRE O AUTOR



### Flávio Belli

Especialista em Logística Empresarial pela UNIFAE e graduado em Administração de Empresas pela Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE). Possui experi-

ência como docente universitário das disciplinas de Logística de Suprimentos, Logística de Transporte, Gestão de Projetos Industriais, Gestão da Produção, Gestão de Pessoas, entre outras. Atua na área de planejamento da Tigre S.A. Tubos e Conexões, onde desenvolve o projeto do Lean Management.



MEIRA, Leanderson F. **Capacidade para o trabalho, fatores de risco para as doenças cardiovasculares e condições laborativas de trabalhadores de uma indústria metal-mecânica de Curitiba**. 2004, XX f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2004.

MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. LER – Lesões por Esforços Repetitivos, uma Proposta de Ação Preventiva. CIPA (**Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes**) – LER a Principal Doença Ocupacional. v. 20, n. 236, jul, p. 32-49, 1999.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Manual de aplicação da norma regulamentadora n. 17**. 2. ed. Brasília: MIE, SIT, 2002.

OTTO, Alena. Incorporating ergonomic risks into assembly line balancing. **European Journal of Operational Research**. v. 212, Issue 2, p. 277 – 286, 2011.

PILLASTRINI, Paolo. Effectiveness of an ergonomic intervention on work-related posture and low back pain in video display terminal operators: A 3 year cross-over trial. **Applied Ergonomics**, v. 41, Issue 3, p. 436-443, 2010.

SAXENA, Sunita; RAMER, Lois; SHULMAN, Ira A. A comprehensive assessment program to improve blood-administering practices using the FOCUS-PDCA model. **Transfusion**, v. 44, n. 9, p. 1350-1356, 2004.

SUNDIN, Anders; CHRISTMANSSON, Marita; LARSSON, Mattias. A different perspective in participatory ergonomics in product development improves assembly work in the automotive industry. **International journal of industrial ergonomics**, v. 33, n. 1, p. 1-14, 20.

Data de recebimento: 17/04/13

Data de aprovação: 29/10/14