



**Jéssica Beatris Balz**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DA SOLDAGEM DO PRODUTO  
CABINE EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL  
MECÂNICA**

**Horizontina**

**2015**

**Jéssica Beatris Balz**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DA SOLDAGEM DO PRODUTO  
CABINE EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL  
MECÂNICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

**ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Mestre.**

**Horizontina**

**2015**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“ANÁLISE ERGONÔMICA DA SOLDAGEM DO PRODUTO CABINE EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR  
METAL MECÂNICA”**

**Elaborada por:**

**Jéssica Beatris Balz**

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

**Aprovada em: 12/11/2015  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Prof. Me. Vilmar Bueno Silva  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Prof. Dr. Richard Thomas Lermen  
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

---

**Engenheiro Clovis Luis Deves**

**Horizontalina  
2015**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha mãe, Dalma Maria Balz, pelo incentivo e carinho incondicional que recebi durante toda a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por ser essencial em minha vida, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela engenharia;

De forma muito especial agradeço meus pais, Mauro e Dalma, minha irmã Janaína, e os demais familiares por todo apoio que tenho recebido em todas as etapas que passei em minha vida e que auxiliaram para que esse sonho se tornasse realidade;

A Empresa pela oportunidade de realizar este trabalho e a todos os profissionais que nela trabalham que contribuíram para a realização do mesmo;

Aos amigos e colegas que pude contar com a amizade e apoio durante minha formação.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”.

Frederick Herzberg

## RESUMO

Diante do atual cenário competitivo das indústrias, as empresas devem se preocupar cada vez mais com os efeitos do trabalho na saúde de seus colaboradores, para que estes possam produzir com eficiência e em melhores condições de trabalho. Nesse contexto, a Ergonomia desempenha um papel fundamental ao fornecer os elementos para que os postos de trabalho, máquinas, ferramentas, equipamentos e ambiente sejam adequados ao trabalhador. Esta adequação objetiva, entre outros, reduzir ou eliminar uma série de fatores relacionados com a fadiga e desconfortos físicos e mentais dos trabalhadores em seu ambiente de trabalho. Este trabalho aborda o estudo ergonômico do posto de trabalho de solda do produto cabine, em uma Indústria metal mecânica, situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O presente estudo tem como objetivo, analisar os riscos ergonômicos presentes na atividade laboral, através da aplicação do método de análise ergonômica “BRIEF & BEST”, bem como, propor melhorias que agregam ergonomicamente no processo produtivo, de forma a adequar o local de trabalho e proporcionar um ambiente confortável e de posicionamento postural adequado. Para tanto, a metodologia utilizada consiste em uma pesquisa-ação, onde, determinaram-se inicialmente, através do estudo do referencial teórico, as principais abordagens referentes ao tema, e, posteriormente, à análise *in loco* onde foram coletadas as informações necessárias para realização da análise ergonômica. Como resultado desse estudo, foi possível identificar os fatores de riscos ergonômicos e propor melhorias no processo produtivo, a fim de eliminar os impactos negativos a saúde laboral dos operadores contribuindo para as medidas de correção postural e de adequação do posto de trabalho ao operador, proporcionando um ambiente seguro e a satisfação dos trabalhadores.

**Palavras-chave:** Ergonomia. Posto de trabalho. Análise de risco ergonômico.

## ABSTRACT

In today's competitive landscape of industries, companies should be concerned more with the effects of work on the health of its employees, so that these can produce more efficiently and proper working conditions. In this context, Ergonomics plays a key role in providing the elements for the jobs, machines, tools, equipment and environment are suitable to the employee. This objective adequacy, among others, reduce or eliminate a number of factors related to fatigue and physical and mental discomforts of workers in their working environment. This paper addresses the ergonomic study of the weld workstation of the cab product, in a metalworking industry, located in the northwestern region of Rio Grande do Sul state. This study aims to analyze the ergonomic risks present in the labor activity, by applying "BRIEF & BEST" method of ergonomic analysis and propose improvements that add ergonomically in the production process in order to adapt the workplace and provide a comfortable environment and proper postural positioning. Therefore, the methodology consists of an action research where, were determined initially by studying the theoretical framework, the main approaches on the topic, and later to the analysis spot where they were collected the necessary information for the realization the ergonomic analysis. As a result of this study, it was possible to identify ergonomic risks factors and propose improvements in the production process in order to eliminate the negative impact the occupational health of helping operators to measures of postural correction and appropriateness of the job the operator by providing an environment safe and employee satisfaction.

**Keywords:** Ergonomics. Workstation. Ergonomic risk analysis.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema OWAS para registro da postural.....	30
Figura 2: Planilha avaliação do BRIEF.....	34
Figura 3: Planilha avaliação do BEST.....	36
Figura 4: Fluxograma de processo.....	40
Figura 5: Layout atual da área de estudo.....	41
Figura 6: Fatores de risco mãos e punhos.....	44
Figura 7: Fatores de risco cotovelos.....	45
Figura 8: Fatores de risco dos ombros.....	46
Figura 9: Fatores de risco do pescoço.....	47
Figura 10: Fatores de risco das costas.....	47
Figura 11: Fatores de risco das pernas.....	48
Figura 12: Avaliação do BEST.....	49
Figura 13: Oportunidades de melhorias no processo de soldagem da cabine.....	50
Figura 14: Balanceamento de linha.....	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Nível de ação, em função da pontuação final obtida - Método Rula.....	31
Quadro 2 - Nível de ação, em função da pontuação final obtida – Método REBA.....	33
Quadro 3- Avaliação BRIEF.....	35
Quadro 4- Grau de prioridade da ferramenta BEST.....	37
Quadro 5- Proposta processo de soldagem conjunto C.....	51
Quadro 6- Atividades do processo de soldagem de cabine.....	52
Quadro 7- Estudo do processo de soldagem de cabine.....	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1	ERGONOMIA	16
2.1.1	ERGONOMIA NO DESENVOLVIMENTO E COMPRA DE EQUIPAMENTO	17
2.1.2	ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL	18
2.1.3	ERGONOMIA NA SOLDAGEM	20
2.1.4	ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	20
2.1.5	DISPOSITIVOS ERGONÔMICOS	21
2.1.5.1	MESAS ELEVADORAS	22
2.2	FATORES DE RISCOS ERGONÔMICOS	23
2.2.1	MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS	23
2.2.2	POSTURAS ADOTADAS E ESFORÇO FÍSICO	24
2.3	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	25
2.4	NORMA REGULAMENTADORA 17- NR17	26
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISE E REGISTRO POSTURAL	26
2.5.1	MÉTODO INSTITUTO NACIONAL DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL -NIOSH	27
2.5.2	MÉTODO PARA ANÁLISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO – EWA	28
2.5.3	SISTEMA DE ANÁLISE POSTURAL OVAKO- OWAS	29
2.5.4	AVALIAÇÃO RÁPIDA DOS MEMBROS SUPERIORES – RULA	31
2.5.5	AVALIAÇÃO RÁPIDA DO CORPO INTEIRO- REBA	32
2.5.6	FATORES ERGONÔMICOS DA LINHA DE BASE DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS- BRIEF E TÉCNICA DE PONTUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO BRIEF-BEST	33
2.6	MELHORIA CONTINUA - KAIZEM	37
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>38</b>
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	38
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>44</b>
4.1	ANÁLISE ERGÔMICA DA SOLDAGEM DO PRODUTO CABINE	44

4.2 PROPOSTA DE MELHORIAS .....	49
4.2.1 ALTERAÇÃO DO PROCESSO DE SOLDAGEM.....	50
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ergonomia se apresenta como participante do processo, ao adequar o posto de trabalho ao ser humano por meio de métodos e ferramentas adequadas, que permitem a análise postural e adaptação do posto de trabalho. Ao oferecer melhores condições de trabalho, a ergonomia reduz fatores como a fadiga, doenças ocupacionais e conseqüentemente promove o aumento do bem-estar e da produtividade dos colaboradores.

Para avaliar a adaptação das condições de trabalho as características psicofisiológicas dos trabalhadores, é necessário realizar uma análise ergonômica do trabalho. O principal objetivo da análise é determinar os fatores que contribuem para a sobre carga de trabalho da população que está sendo analisada (ABRANTES, 2004).

A atuação da ergonomia nas indústrias modernas, não se restringe apenas a uma contribuição esporádica durante o projeto de produto e sistemas. Esta deve iniciar-se desde a definição dos projetos e sistemas, até a efetiva implementação e funcionamento dos mesmos. Além disso, objetiva a realizar estudos para melhorar as condições de trabalho já existentes, para identificar problemas em situações de trabalhos e propor melhorias (LIDA, 2005).

No entanto, as alterações nas condições de trabalho já existentes, na busca de liberar o trabalhador daquelas tarefas que exigem muitos esforços ou aquelas de natureza simples e repetitiva, por um lado, o uso da ergonomia pode sugerir maior gasto, por outro, ela representa uma economia para a empresa referente a problemas futuros relacionados à saúde do trabalhador (LIDA, 2005).

O tema deste trabalho é “Análise ergonômica da soldagem do produto cabine em uma indústria do setor metal mecânica”, situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Este estudo trata da análise das condições de trabalho identificadas em um posto de trabalho em uma linha de soldagem de cabine. Embora o estudo realizado tenha caráter abrangente, sendo que a linha de soldagem possui 6 postos de trabalho, optou-se pela realização da análise ergonômica em apenas um deles, levando-se em consideração as suas características e a demanda da empresa.

Para a realização deste estudo, utilizou-se a metodologia de pesquisa-ação, um tipo de pesquisa que implica uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. O processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa (FONSECA, 2002).

O foco deste trabalho é a aplicação de uma metodologia de análise ergonômica do posto de trabalho de soldagem do produto cabine, em atendimento a necessidade da empresa de avaliar os riscos ergonômicos envolvidos nas suas atividades produtivas, de forma a adequar o local de trabalho e proporcionar um ambiente confortável e assim oferecer um posicionamento postural adequado.

O presente estudo tem como objetivo, a aplicação de uma método de análise ergonômica, bem como, propor melhorias que agregam ergonomicamente no processo produtivo de solda do produto cabine. Dessa forma, considerou-se o desenvolvimento de uma pesquisa que buscasse parâmetros para soluções ergonomicamente adequadas e que pudesse contribuir com a realidade de trabalho do soldador do produto cabine. Com base na participação dos trabalhadores, este posto de trabalho deveria permitir a realização das atividades laborais com maior facilidade, respeitando não só a capacidade de trabalho da pessoa, mas, também, os limites humanos, garantindo sua segurança, assim como seu conforto e satisfação no ambiente de trabalho. Para isso, foi necessário levar em consideração os diversos fatores que compõem o ambiente, o posto e o próprio trabalho de solda, inserido no processo produtivo da empresa da qual fazem parte.

Diante do exposto, definiu-se para o presente trabalho o seguinte problema de pesquisa: “A aplicação da análise ergonômica no processo de soldagem de cabine irá identificar melhorias ergonômicas no processo de soldagem?”.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Considerando o problema de pesquisa apresentado anteriormente, justifica-se esse estudo pelo fato de constituir-se numa possibilidade de contribuir com a empresa estudada no que se refere à avaliação dos riscos ergonômicos envolvidos na sua atividade.

Visa ainda, oferecer a empresa proposta de melhoria no seu processo produtivo com intuito de adequar o posto de trabalho ao operador. Ressalta-se que uma adequação ergonômica do posto de trabalho, além de evitar possíveis doenças ocupacionais, pode gerar impactos positivos na produtividade do colaborador.

Destaca-se que esse estudo é relevante, pois permite à pesquisadora à aplicação dos conceitos adquiridos ao longo da graduação, no que se refere a melhoria contínua, de forma apresentar melhorias no processo de soldagem, elevando os níveis de produtividade, qualidade, segurança e a satisfação dos colaboradores.

Diante disso, o estudo oportuniza aos Engenheiros de Produção, acrescentar conhecimentos sobre ergonomia, uma vez que em qualquer ambiente produtivo há riscos à saúde humana que precisam ser controlados. Permite ainda crescimento e desenvolvimento pessoal e profissional, uma vez que conhecer como controlar estes riscos é fundamental para garantir o projeto de sistemas produtivos adequados ao trabalho humano.

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma análise ergonômica da soldagem do produto cabine em uma indústria do setor metal mecânica e propor melhorias baseadas nos resultados dessa avaliação. Para atingir o objetivo geral e específico devem ser considerados:

- Identificar os fatores de risco em que está submetido o trabalhador através da ferramenta BRIEF & BEST;
- Identificar oportunidades de melhorias que agregam ergonomicamente na atividade laboral do trabalhador com base na norma NR17.
- Propor melhorias no processo de soldagem de cabine com base no princípio de melhoria contínua;

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para a aplicação de uma metodologia de análise ergonômica do trabalho é necessário primeiramente possuir conhecimento da mesma, bem como, compreender seu conceito, a importância da sua aplicação e principalmente identificar de que forma a análise auxilia no alcance dos objetivos.

Desta forma, desenvolveu-se neste capítulo, a fundamentação teórica sobre os conceitos de Ergonomia, apresentando-se as informações relevantes para a elaboração deste estudo, bem como, a sua norma regulamentadora, os principais métodos de registro e análise postural existentes.

### 2.1 ERGONOMIA

De acordo com Abrantes (2004), a palavra ergonomia vem dos termos gregos *ergon*, que significa trabalho e *nomos* que significa regras, leis naturais. A definição do termo no sentido etimológico significa estudo das leis do trabalho.

A Associação Internacional de Ergonomia- IEA (2000) define a Ergonomia como sendo uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (ABERGO, 2015).

Segundo Wisner (1987), a ergonomia pode contribuir para melhorar a satisfação e o bem-estar do trabalhador, propiciando melhor qualidade do trabalho, menores custos e danos à saúde e melhor qualidade de vida aos trabalhadores. A aplicação de princípios ergonômicos beneficia tanto o empregado, como o empregador. Propicia ainda melhores condições de trabalho e maior segurança, conservando a integridade física e mental. Como consequência, a empresa que adotar práticas ergonômicas tende a usufruir de um melhor rendimento nas operações e redução no número de trabalhadores afastados devido aos problemas de saúde provocados por condições não ergonômicas.

Para Lida (2005), a ergonomia é o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do ser humano em suas atividades, a fim de aplicá-los à realização das tarefas, aos instrumentos, às máquinas e aos sistemas de produção.



A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma concepção bastante ampla, abrangendo não apenas máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, mas também toda situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade de trabalho (LIDA, 2005).

De acordo Dul e Weerdmeester (2004), a ergonomia pode dar diversas contribuições para melhorar as condições de trabalho, ela contribui para solucionar um grande número de problemas sociais relacionados com a saúde, segurança, conforto e eficiência. Quando consideradas adequadamente as capacidades e limitações humanas durante o projeto do trabalho e de seu ambiente, pode-se assim evitar inúmeros acidentes ocupacionais, reduzindo a ocorrência de ausências e incapacitação ao trabalho. Pode ser também um caminho para a prevenção de erros, melhorando o desempenho dos funcionários.

### **2.1.1 Ergonomia no desenvolvimento e compra de equipamento**

Dentro do contexto de gestão empresarial, a ergonomia tem assumido, cada vez mais, o seu papel de extrema importância dentro das empresas, quando inter-relacionada a qualidade do produto e dos processos a um aumento de produtividade e melhoria nas condições de trabalho (ABRANTES, 2004).

Sabe-se que, sempre que se introduz uma nova tecnologia ao sistema produtivo, introduz-se um novo sistema de condições de trabalho. Ao se desenvolver essas novas tecnologias como máquinas e equipamentos para o sistema produtivo, é importante lembrar que, as novas condições de trabalho devem atender ao ser humano em todos os aspectos, e serem melhores que as condições anteriores (ABRANTES, 2004).

De acordo Abrantes (2004), na compra ou desenvolvimento de máquinas ou equipamentos, algumas situações devem ser avaliadas, observadas e se necessário corrigidas visando atender ao elemento humano, como, por exemplo:

- Se o novo equipamento atende ao perfil antropométrico dos trabalhadores da empresa;
- Se a operacionalização do novo equipamento exige carga física, de quanto é a carga e se é compatível com o trabalhador;

- Se a postura exigida na operacionalização da máquina ou equipamento oferece risco ao usuário, e qual tipo de risco oferece;
- Se a operacionalidade do mesmo exige esforços biomecânicos, quais são, e quais as consequências desses esforços;
- Se os movimentos de membros superiores ou inferiores, requeridos para operacionalização desse equipamento são agressivos ou não;
- Qual a influência que essa nova tecnologia traz para o meio ambiente interno e externo;
- Como é o seu ambiente sonoro, térmico e de vibrações, se estes são adequados ao ser humano, e quais as consequências futuras da não adequação;
- Se o processo de operacionalização exige carga visual, qual é a iluminação necessária, e se a atual atende;
- Se a operacionalização do equipamento exige percepção e carga mental e como minimizar;
- Se os controles, mostradores e comandos são facilmente identificáveis e interpretáveis ou podem induzir ao erro; o que fazer para eliminar a possibilidade de erro;
- Se os controles estão colocados para serem acionados sequencialmente, dentro de uma determinada lógica de movimentos;
- Se os comandos e controles estão dentro das áreas de alcance ótimo;
- Se o novo equipamento oferece riscos de acidentes, se as partes móveis estão protegidas, bem como as partes elétricas;
- Se o novo equipamento exige treinamento contínuo para os operadores.

Contudo, a aplicação dos aspectos de ergonomia nos equipamentos, máquinas ou tecnologias, no sentido amplo, traz harmonia entre o trabalhador e seu sistema laboral, conseqüentemente gerando lucros, produtividade e qualidade de vida no trabalho (ABRANTES, 2004).

### **2.1.2 Ergonomia no layout industrial**

Segundo Abrantes (2004), as condições ergonômicas inadequadas muitas vezes podem estar diretamente relacionadas com o layout implantado. O layout

sendo insatisfatório, além de causar desconforto, doenças e/ou acidentes, pode induzir ao erro, diminuir o rendimento do trabalhador em suas atividades laborais, e como resultado, afetar os resultados da empresa.

O arranjo físico (layout) é o estudo da distribuição espacial ou do posicionamento relativo dos diversos elementos que compõe o posto de trabalho. Ou seja, é como serão posicionados os diversos instrumentos de informação e controle existentes no posto de trabalho (LIDA, 2005).

De acordo com Lida (2005), existem diversos critérios nos quais se baseiam os arranjos físicos dos postos de trabalho. Aqueles mais importantes são descritos a seguir:

- **Importância:** Colocar o componente mais importante em posição de destaque no posto de trabalho, de modo que ele possa ser continuamente observado ou facilmente manipulado.
- **Frequência de uso:** Os componentes usados com maior frequência devem ser colocados em posição de destaque ou de mais fácil alcance e manipulação.
- **Agrupamento funcional:** Os elementos de funções semelhantes entre si formam subgrupos, que são mantidos em blocos.
- **Sequência de uso:** Quando houver um ordenamento operacional entre os elementos, as posições relativas dos mesmos no espaço devem seguir a mesma sequência.
- **Intensidade de fluxo:** Os elementos, entre os quais ocorre maior intensidade de fluxo, são colocados próximos entre si.
- **Ligações preferenciais:** Os elementos entre os quais ocorrem determinados tipos de ligações são colocados próximos entre si.

Observa-se que os três primeiros critérios apresentados (importância, frequência de uso, e agrupamento funcional) referem-se à natureza dos elementos, enquanto os demais (sequência de uso, intensidade de fluxo e ligações preferenciais) referem-se às interações entre os mesmos (LIDA, 2005).

### **2.1.3 Ergonomia na soldagem**

A soldagem pode ser definida como sendo a técnica de unir duas ou mais partes que passa a constituir um todo, assegurando a continuidade do material, assim como suas características mecânicas e químicas (MAGRINI, 1999).

De acordo Machado (1996), a soldagem é classificada com destaque entre os processos de união dos materiais, pois pode ser amplamente empregada e pode envolver grande volume de atividades.

A função de soldador destaca-se como uma das principais atividades que podem gerar doenças ocupacionais. A atividade de soldagem é considerada como sendo de grande risco ao profissional que a executa, podendo comprometer a saúde. Agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente estão sempre presentes em seu ambiente de trabalho (FUHR, 2012).

O risco ergonômico também é notável no setor da solda, principalmente devido aos movimentos repetitivos e o peso dos equipamentos que, muitas vezes, são transportados de maneira inadequada (MATHEUS, 2009).

### **2.1.4 Análise ergonômica do trabalho**

Segundo Lida (2005), a Análise ergonômica do trabalho (AET) visa aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho. Ela foi desenvolvida por pesquisadores franceses e se constitui em um exemplo de ergonomia de correção. O método AET é composto de cinco etapas:

- Análise da demanda: Demanda é a descrição de um problema ou uma situação problemática, que justifique a necessidade de uma ação ergonômica. A análise da demanda procura entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados.
- Análise da tarefa: Tarefa é um conjunto de objetivos prescritos, que os trabalhadores devem cumprir. Ela corresponde a um planejamento do trabalho e pode estar contida em documentos formais, como a descrição de cargos. A AET analisa as discrepâncias entre aquilo que é prescrito e o que é executado, realmente. Isso pode acontecer porque as condições efetivas (como máquinas

desajustadas, materiais irregulares) são diferentes daquelas previstas e também porque nem todos os trabalhadores seguem rigidamente o método prescrito.

- **Análise da atividade:** Atividade refere-se ao comportamento do trabalhador, na realização de uma tarefa. Ou seja, a maneira como o trabalhador procede para alcançar os objetivos que lhe foram atribuídos. Ela resulta de um processo de adaptação e regulação entre os vários fatores envolvidos no trabalho. A atividade é influenciada por fatores internos e externos. Os fatores internos localizam-se no próprio trabalhador e são caracterizados pela sua formação, experiência, idade, sexo e outros, além de sua disposição momentânea, como motivação, vigiância, sono e fadiga. Os fatores externos referem-se às condições em que a atividade é executada. Classificam-se em três tipos principais: conteúdo do trabalho (objetivos, regras e normas); organização do trabalho (constituição de equipes, horários, turnos); e meios técnicos (máquinas, equipamentos, arranjo e dimensionamento do posto de trabalho, iluminação, ambiente térmico).

- **Formulação do diagnóstico:** O diagnóstico procura descobrir as causas que provocam o problema descrito na demanda. Refere-se aos diversos fatores, relacionados ao trabalho e à empresa, que influem na atividade de trabalho.

- **Recomendações ergonômicas:** As recomendações referem-se às providências que deverão ser tomadas para resolver o problema diagnosticado. Essas recomendações devem ser claramente especificadas, descrevendo-se todas as etapas necessárias para resolver o problema.

Segundo Abrantes (2004), a análise ergonômica é importante, pois mostrará detalhes de como são e em que condições são realizados os trabalhos. Em função dos resultados muita coisa poderá ser corrigida.

### **2.1.5 Dispositivos ergonômicos**

Segundo Wisner (1987), a Ergonomia é um conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.

As tarefas a serem realizadas e os equipamentos a serem usados devem ser projetados para o operador. Muitas das operações que são realizadas nas áreas operacionais, devido às suas características, acabam submetendo o trabalhador a

esforços e posturas não compatíveis, causando algum tipo de lesão que poderia ser evitada com a utilização de equipamentos ergonômicos (ABRANTES, 2004).

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), um princípio na aplicação da ergonomia recomenda que os equipamentos, sistemas e tarefas devem ser projetados para o uso coletivo. Sabendo-se que há diferenças individuais em uma população, os projetos, em geral, devem atender 95% dessa população. Sendo assim, os 5% dos extremos dessa população, para os quais os projetos de uso coletivo não se adaptam muito bem, é necessário realizar projetos específicos para essas pessoas.

#### 2.1.5.1 Mesas elevadoras

Uma das causas mais comuns da perda de produtividade dos funcionários está relacionada com a fadiga física ocorrida durante a jornada de trabalho. A fadiga física é provocada por uma sobrecarga na utilização de um determinado órgão, sistema ou organismo. Posturas inadequadas de determinados grupamentos corpóreos, alturas inadequadas dos componentes de um posto de trabalho, manuseio, levantamento e movimentação de cargas são alguns dos fatores que tendem a sobrecarregar o funcionamento orgânico do trabalhador, podendo causar fadiga muscular (ABRANTES, 2004).

Segundo Lida (2005), a fadiga muscular é a redução da força, provocada pela deficiência da irrigação sanguínea do músculo. Ela é um processo reversível, que pode ser superada por um período de descanso. Se houver deficiência de irrigação sanguínea, o oxigênio não chega em quantidade suficiente, e começa a haver, dentro do músculo, um acúmulo de ácido láctico e potássio, assim como calor, dióxido de carbono e água, gerados durante o metabolismo.

De acordo com Abrantes (2004), a altura adequada dos postos de trabalho e dos componentes, bem como o posicionamento dos mesmos, é essencial para que o trabalhador não saia de sua posição de equilíbrio.

As mesas elevadoras articuladas são utilizadas em uma grande variedade de aplicações, onde se exige que as mesmas tenham movimentos para cima e para baixo. São usadas para posicionar os materiais de modo que os operadores não tenham que suspender cargas, ou ter que se curvar para realizar seu trabalho. Podem ser acionados por meio de eletricidade ou unidade de bombeamento

hidráulico de ar comprimido, sistemas pneumáticos ou por sistemas de elevação mecanizados, sendo geralmente fixas em superfícies ou fossos, mas podem ficar soltas. Portanto, a mesa elevadora é um equipamento importante que pode ser utilizado como dispositivo ergonômico no posto de trabalho, podendo ajudar a evitar acidentes de trabalho, reduzir a fadiga e o desconforto físico do trabalho e aumentar a produtividade (ABRANTES, 2004).

## 2.2 FATORES DE RISCOS ERGONÔMICOS

Os fatores de riscos ergonômicos, muitas vezes interligados e confundidos com os fatores de risco físico, dos quais não se podem separar, são na maioria decorrentes da organização e da gestão das situações de trabalho. Assim, nesta categoria, pode-se identificar como fatores de risco ergonômico aos quais os trabalhadores se encontram, bem como, posturas adotadas, esforço físico, manipulação de cargas, movimentos repetitivos e atividades monótonas (CRPG, 2015).

OSHA (1990) define fatores de risco ergonômicos como sendo situações de um trabalho, processo ou operação que contribuem para o risco de desenvolvimento de traumas cumulativos.

A presença de um fator de risco não necessariamente prevê que um indivíduo irá sofrer um problema de saúde como resultado de exposição ao fator de risco. Em vez disso, um fator de risco é uma condição do local de trabalho que aumenta a chance de desenvolver um distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT). Dessa forma, a exposição deve ser limitada, ou totalmente evitada, em busca de um ambiente de trabalho totalmente saudável e seguro (HUMANTECH, 2007).

### 2.2.1 Movimentação manual de cargas

A manipulação de cargas (levantamento, deslocação e transporte) é responsável pela maioria dos problemas de coluna que se verificam nos indivíduos, afetando fundamentalmente os trabalhadores (CRPG, 2015).

Segundo Abrantes (2004), as lombalgias (dor na região lombar) e as dorsalgias (dor na região dorsal) são as principais consequências de condições não ergonômicas nos locais de trabalho, pois muitos problemas decorrem da utilização

biomecânica incorreta da máquina humana e do desconhecimento da coluna vertebral.

De acordo Dul e Weerdmeester (2004), para evitar os constrangimentos humanos que esta atividade pode acarretar é importante analisar os seguintes aspectos: o processo produtivo (manual ou mecânico), a organização do trabalho (projeto do trabalho, frequência dos levantamentos), o posto de trabalho (posição do peso em relação ao corpo), o tipo de carga (forma, peso, pegas), acessórios de levantamento, e o método de trabalho (individual ou coletivo).

Para as atividades laborais que envolvem levantamento de cargas são citadas as seguintes recomendações, de acordo com Dul e Weerdmeester (2004):

- Manter a carga mais próxima do corpo (distância da projeção horizontal entre mão e tornozelo com cerca de 25 cm);
- Carga deve ser colocada sobre uma bancada de aproximadamente 75 cm de altura, antes do início do levantamento;
  - Deslocamento vertical da carga não deve exceder a 25 cm;
  - Possibilidade da carga ser segurada com as duas mãos;
  - Possibilitar a escolha da postura para o levantamento da carga;
  - Não deve haver torção do tronco durante o levantamento.

De acordo com a NR17, no que se refere ao levantamento, transporte e descarga individual de materiais, sendo esta manual ou mecânico, não deverá ser exigido do trabalhador transportar pesos que comprometam a sua saúde ou segurança, sendo este esforço compatível com a sua força (BRASIL, 2001).

### **2.2.2 Posturas adotadas e esforço físico**

Um fator importante relacionado à ergonomia nas empresas está relacionado com os aspectos da postura nos postos de trabalho, pois quando o trabalhador é submetido a determinadas situações posturais em sua jornada de trabalho, somada a outras variáveis, após certo tempo, na melhor das hipóteses, poderá deixar de ser produtivo (ABRANTES, 2004).

A adoção de posturas laborais rígidas, associadas a esforço físico com contrações musculares estáticas de longa duração e a esforço muscular, apresenta consequências graves para a saúde dos colaboradores a médio e longo prazo.



Desta associação resulta o aparecimento de sintomas como inflamações articulares e tendinosas, degeneração crônica das articulações, dores musculares e vários problemas ao nível dos discos intervertebrais, destacando-se as lesões musculoesqueléticas (CRPG, 2015).

Basicamente o corpo assume três posturas: as posições deitada, sentada e em pé (LIDA, 2002). A postura mais adequada ao trabalhador de acordo com Brasil (2001), é aquela que ele escolhe livremente e que pode ser alterada ao longo do tempo. A concepção dos postos de trabalho ou da tarefa deve beneficiar a variação de postura, principalmente a alternância entre a postura sentada e em pé. O tempo de manutenção de uma postura deve ser o mais breve possível, pois seus efeitos nocivos ou não, será em função do tempo durante o qual esta será mantida.

Kroemer e Grandjean (2004) considera que para ter as condições corretas do tronco, braços e pernas, estas devem estar em posturas naturais. Para ter-se um trabalho eficiente, é imprescindível a adaptação do local de trabalho às medidas do corpo humano. Para tanto, utiliza-se as medidas antropométricas.

### 2.3 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

A antropometria ocupa-se das dimensões e proporções do corpo humano (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

Segundo Lida (2005), a antropometria estática é aquela em que as medidas se referem ao corpo parado ou com poucos movimentos e as medições realizam-se entre pontos anatômicos claramente identificados. A antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos, os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo estático. As medidas antropométricas relacionadas com a execução de tarefas específicas são chamadas de antropometria funcional. Passando-se da antropometria estática para a dinâmica e, desta para a funcional, observa-se um aumento do grau de complexidade, exigindo-se também instrumentos de medida mais complexos.

No uso das medidas é considerado o espaço de trabalho que, segundo Lida (2005), é um espaço imaginário necessário para o organismo realizar os movimentos requeridos por um trabalho. No dimensionamento de postos de trabalho utiliza-se de medidas antropométricas mínimas e máximas.

Diversos critérios podem ser utilizados para avaliar a adequação dos postos de trabalho, mas do ponto de vista ergonômico, a postura e o esforço físico exigido dos trabalhadores, através dos principais pontos de concentração de tensões, que tendem a provocar dores nos músculos e tendões devem ser avaliados (LIDA, 2005).

Conforme Dul e Weerdmeester (2004), com os dados obtidos nas medidas antropométricas, pode-se utilizar de base de dados para a elaboração de análises mais aprofundadas das condições ergonômicas dos postos de trabalho.

## 2.4 NORMA REGULAMENTADORA 17- NR17

No Brasil, a Norma Regulamentadora dos aspectos ergonômicos do trabalho é a NR17. Ela “visa estabelecer os parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente” (MTE, 2002).

A NR17 cita condições ambientais relacionadas ao conforto nos ambientes de trabalho, de modo que o local não gere situação incomoda ao trabalhador (BRASIL, 1978).

Conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora, para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma conter, no mínimo, as condições de trabalho de acordo seus requisitos (MTE, 2002).

De acordo o MTE (2002), as condições de trabalho incluem aspectos relacionados a levantamento, descarga e transporte de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e a própria organização do trabalho.

## 2.5 MÉTODOS DE ANÁLISE E REGISTRO POSTURAL

Durante a jornada de trabalho, o trabalhador pode assumir várias posturas diferentes. Devido ao fato de que uma observação visual não é suficiente para se

analisar essas posturas detalhadamente, diversas técnicas para registro e análise postural foram desenvolvidas (LIDA, 1995).

Além de ser necessárias medidas ao gravar vídeos ou fotografar, é preciso também conhecer a atividade, as cargas transportadas e o local de trabalho. Dessa forma, existem métodos práticos de registro e análise de postural, para facilitar medidas diretas do esforço envolvido na postura e possíveis correções (WILSON; CORLETT, 2005).

Na literatura há alguns métodos para identificação dos fatores de riscos associados com o trabalho humano, principalmente para avaliar as posturas inadequadas, os movimentos executados e as forças exercidas pelos homens na realização de trabalho, e o efeito deste sobre a capacidade física do indivíduo (KUORINKA; JOHNSON; KILBORN; 1987).

### **2.5.1 Método Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional -NIOSH**

Para saber se uma atividade que exige elevação manual de cargas ultrapassou os limites recomendados e tornou-se uma situação agressiva ao elemento humano, o NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health* (Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional) dos Estados Unidos, patrocinou em 1980 o desenvolvimento de um critério de avaliação de cargas (ABRANTES, 2004).

O informe técnico intitulado Guia Prático para Trabalhos com Levantamento Manual (*Work Practices Guides for Manual Lifting*) revisado em 1991, tinha como objetivo prevenir ou reduzir a ocorrência de dores causadas por levantamento manual de cargas e para isso foi desenvolvida uma equação, ou seja, a equação de NIOSH, para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas. Essa equação refere-se apenas à tarefa de apanhar uma carga e deslocá-la para depositá-la em outro nível, usando as duas mãos (LIDA, 2005).

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), a equação de NIOSH tem como objetivo criar uma ferramenta que permite a identificação dos riscos de lombalgia associados à carga física a que um trabalhador possa estar submetido e sugerir um limite de peso adequado para cada tarefa realizada.

A equação de NIOSH foi desenvolvida para encontrar os seguintes critérios de levantamento: biomecânico, fisiológico e psicofísico. O critério biomecânico tem a intenção de limitar os efeitos sobre a coluna, o fisiológico de limitar o estresse metabólico e fadiga causada por movimentos repetitivos e o psicofísico de limitar a carga de trabalho baseada na percepção dos trabalhadores sobre suas capacidades de levantamento (WATERS et al., 1993).

A equação de NIOSH estabelece um valor de referência de 23kg que corresponde à capacidade de levantamento no plano sagital, de uma altura de 75cm do solo, para um deslocamento vertical de 25cm, segurando-se a carga a 25cm do corpo. Essa seria a carga aceitável para 99% dos homens e 75% das mulheres sem provocar nenhum dano físico, em trabalhos repetitivos (LIDA, 2005).

Através do método do NIOSH, é possível calcular a carga ideal para determinada função, prevenindo o trabalhador de possíveis lesões decorrentes de levantamento de cargas excessivas, porém apresenta uma limitação que é a aplicação em cargas estáticas (LIDA, 2005).

O método apresentado não considera o fator elevação com apenas uma das mãos, fato que acontece com frequência em atividades de movimentação de cargas (COUTO, 2002).

### **2.5.2 Método para Análise Ergonômica do Posto de Trabalho – EWA**

O EWA- *Ergonomic Workplace Analysis* (Análise Ergonômica do Posto de Trabalho) é uma metodologia criada pelo FIOF- *Finnish Institute of Occupational Health* (Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional) em 1989, utilizada para identificar os riscos ergonômicos do local de trabalho (PASCHOARELLI; MENEZES, 2009).

Segundo Shida e Bento (2012), o desenvolvimento do EWA foi baseado na fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, aspectos psicológicos, higiene ocupacional e em um modelo participativo da organização do trabalho. Sua aplicação é mais eficaz em trabalhos manuais e atividades que envolvam movimentação manual de materiais.

O método caracteriza-se pela flexibilidade, pois além da visão do avaliador é considerado a opinião do colaborador (AHONEN; LAUNIS; KUORINKA, 1989).

Para a utilização do EWA, é necessária uma descrição detalhada e criteriosa das tarefas e/ou dos postos de trabalho e, para tal, deve-se obter as informações

necessárias através da aplicação de questionários (*check-list*) e a observação sistemática *in loco* (LIDA, 2005).

O EWA é uma ferramenta bem completa, além de avaliar os aspectos ambientais e físicos, ela avalia também os aspectos psicossociais e mentais, tais como, a comunicação entre os trabalhadores, atenção ao executar a atividade bem como tomada de decisões (SHIDA; BENTO, 2012).

### **2.5.3 Sistema de Análise Postural Ovako- OWAS**

O método OWAS foi proposto pelos pesquisadores finlandeses Karhu, Kansu e Kuorinka em 1977, para a Ovaco Oy Company, em conjunto com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional e desenvolvimento para analisar as posturas de trabalho na indústria de aço desse país, denominado como OWAS, derivado de *Ovaco Working Posture Analysing System* (WILSON; CORLETT, 2005).


















O método OWAS surgiu da necessidade de se identificar e avaliar as posturas inadequadas durante a execução de uma tarefa, que podem em conjugado com outros fatores, causar o advento de problemas musculoesqueléticos, gerando incapacidade para o trabalho, absenteísmo e custos adicionais ao processo produtivo (KARHU; KANSU, KUORINKA, 1977).

No método OWAS, a atividade pode ser subdividida em várias fases e posteriormente categorizada para a análise das posturas no trabalho. Na análise das tarefas, aquelas que exigem levantamento manual de cargas são identificadas e categorizadas de acordo com o sacrifício imposto ao trabalhador, embora não seja este enfoque principal do método. Por outro lado, não são considerados aspectos como vibração e dispêndio energético. Posteriormente, as posturas são analisadas e mapeadas, a partir da observação e dos registros fotográficos e filmagens do indivíduo em sua situação de trabalho (CHAFFIN; ANDERSON; MARTIN, 2001).

De acordo Lida (2005), os pesquisadores e autores do método, que trabalhavam em uma indústria siderúrgica, iniciaram um estudo com análises fotográficas das posturas mais prevalentes neste ambiente de trabalho e assim, chegaram a 72 posturas típicas, que resultaram de diferentes combinações das posturas das costas (4 posições), braços (3 posições) e pernas (7 posições). A Figura 1 mostra o método para registro da postura, onde cada postura é descrita por um código de seis dígitos, representando posições do dorso, braços e pernas. A

carga é outro fator importante sendo classificada como 1 carga de até 10 kg, 2 para cargas entre 10 e 20 kg e 3 para cargas acima de 20 kg.

Figura 1- Sistema OWAS para registro da postural

DORSO	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido
	BRAÇOS	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois braços para cima
PERNAS		 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas
	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	PESO até 10kg 1 LOCAL RF Remoção de refugos
	 7 Duas pernas suspensas			
CARGA	 1 Carga ou força até 10kg	 2 Carga ou força entre 10 e 20kg	 3 Carga ou força acima de 20kg	XY Código do local ou seção onde foi observado

Fonte: Lida, 2005, p.170.

De acordo com as avaliações, as posturas foram classificadas em quatro classes. A primeira classe indica uma postura normal onde não exige nenhum tipo de cuidado, a não ser em situações excepcionais. A segunda classe indica que a postura deve ser verificada na próxima revisão dos métodos de trabalho. A terceira classe indica que a postura deve ser analisada em curto prazo. E por fim, a quarta classe indica que a postura deve ser avaliada imediatamente (LIDA, 2005).

De acordo com Shida e Bento (2012), o OWAS, é uma ferramenta ergonômica muito útil na detecção de posturas inadequadas, sua aplicação aponta possíveis posturas que podem levar o trabalhador ao afastamento devido à lesões por esforços excessivos. No entanto, a utilização da ferramenta se restringe às posturas, isto é, apresenta baixa sensibilidade em relação à utilização de cargas, aspectos vibratórios e dispêndio energético. Outra desvantagem do OWAS é que ele não avalia a região cervical, punhos e antebraços e não é possível aplicá-la quando o trabalho é realizado na postura deitada.

### 2.5.4 Avaliação Rápida dos Membros Superiores – RULA

O método RULA- *Rapid Upper Limb Assessment* (Avaliação rápida dos membros superiores) foi desenvolvido por Lynn McAtamney e Nigel Corlett, em 1993, na Universidade de Nottingham (Reino Unido), para ser usado em investigações ergonômicas de postos de trabalho onde existe a possibilidade de desenvolvimento de doenças osteomusculares em membros superiores (MCATAMNEY, 1993).

O método RULA permite investigar a exposição de trabalhadores aos riscos de doenças do sistema musculoesquelético dos membros superiores, através da análise postural (SILVA, 2001).

Segundo Stanton (2005), este procedimento foi desenvolvido de uma forma parecida com o método OWAS, porém para avaliar pessoas expostas a posturas que contribuam para distúrbios de membros superiores, como pescoço, costas e braços, antebraços e punhos.

O RULA é um método rápido de análise postural, estático e dinâmico que foca mais em esforços repetitivos e força, ideal para ser aplicado em funcionários de escritório e atividades que requerem um esforço excessivo dos membros superiores (SHIDA; BENTO, 2012).

De acordo Lida (2005), esta ferramenta usa critérios de escore para classificar o grau de risco, que variam de 01 a 07, onde pontuações altas indicam, aparentemente, alto nível de risco, porém escores baixos não garantem que o local de trabalho esteja livre de cargas de trabalho, e um escore alto não assegura que problemas de alta severidade existam.

O Quadro 1, representa os níveis de ação em função do potencial de dano ao sistema musculoesquelético (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

Quadro 1 - Nível de ação, em função da pontuação final obtida- Método Rula

Nível de ação	Descrição
1	Valores entre 1 e 2. Postura aceitável, se não mantida ou repetida por longos períodos.
2	Valores entre 3 e 4, indicam a necessidade de investigação mais detalhada e mudanças podem ser necessárias.
3	Valores entre 5 e 6, indicam que a investigação e mudanças devem ocorrer brevemente.
4	Valor 7, indica que investigação e mudanças são requeridas imediatamente.

**Fonte:** Adaptado de McAtamney e Corlett, 1993.

Como vantagens desse método pode-se citar que não é necessário o uso de equipamentos especiais para sua investigação, fazendo assim com que a análise das posturas do pescoço, tronco e membros superiores seja mais rápida. Onde sempre se analisa em conjunto com a carga externa recebida pelo corpo e com a função muscular exigida (MCATAMNEY; CORLETT, 1993).

### **2.5.5 Avaliação Rápida do Corpo Inteiro- REBA**

O Método REBA- *Rapid Entire Body Assessment* (Avaliação Rápida do Corpo Inteiro) é um método utilizado para avaliar posturas forçadas que se dão com muita frequência em tarefas em que se manipulam pessoas ou qualquer carga animada. O REBA apresenta grande similaridade com o método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e está fundamentalmente direcionado para análises dos membros superiores e para atividades em que são realizados movimentos repetitivos (HIGNETT; MCATAMMEY, 2000).

Segundo os autores Hignett e McAtmney (2005), o método permite a análise das posturas adotadas no trabalho, de forças aplicadas, de tipos de movimentos ou ações realizadas, atividade muscular, trabalho repetitivo e o tipo de pega adotada pelo trabalhador ao realizar o trabalho.

O método REBA possui 6 passos no seu procedimento: observação da tarefa, seleção das posturas para avaliação; atribuir uma pontuação às posturas, efetuar o tratamento das pontuações, estabelecer a pontuação final do REBA e, finalmente, confirmar o nível de ação e a urgência das respectivas medidas (HIGNETT; MCATAMNEY, 2005).

De acordo Hignett e McAtmney (2000), a avaliação de risco é feita a partir de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho, pontuando as posturas do tronco, pescoço, pernas, carga, braços, antebraços e punhos em tabelas específicas para cada grupo. Após a pontuação de cada grupo é obtido a pontuação final onde se compara com uma tabela de níveis de risco, conforme pode ser verificado no Quadro 2.



Quadro 2 - Nível de ação, em função da pontuação final obtida – Método REBA.

Nível de ação	Valor Reba	Nível do risco	Descrição da ação e investigação
0	1	Muito baixa	Não necessária
1	2-3	Baixo	Pode ser necessária
2	4-7	Médio	Necessária
3	8-10	Alto	Necessária brevemente
4	11-15	Muito alto	Necessária e urgente

**Fonte:** Hignett e Mcatamney, 2000.

No quadro acima, a ação em escala, varia de 0 (zero), que corresponde ao intervalo de movimento ou postura de trabalho aceitável e que não necessita de melhorias na atividade, até ao valor 4 (quatro), onde o fator de risco é considerado muito alto, sendo necessário atuação imediata (HIGNETT; MCATAMMEY, 2000).

#### **2.5.6 Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos- BRIEF e Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF- BEST**

O BRIEF- *Baseline risk identification of ergonomic factors* (Fatores ergonômicos da linha de base de identificação de riscos) e BEST- *BRIEF exposure scoring technique* (Técnica de pontuação de exposição do brief) são ferramentas desenvolvidas para avaliações ergonômicas.

De acordo a Figura 2, a ferramenta BRIEF consiste em identificar os fatores de risco de operação dos colaboradores em seu ambiente laboral, identificando frequências, posições, posturas e pontuando quanto à classe de risco (HUMANTECH, 2007).

Figura 2– Planilha avaliação do BRIEF

BRIEF™ Survey – Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos										Versão 3.0											
<b>Passo 1</b>		Nome do serviço: _____		Local: _____		Estação: _____															
Informações completas sobre o serviço		Data: _____		Deptº: _____		Turno: _____		Produto: _____													
<b>Passo 2</b>		<b>Mãos e punhos</b>		<b>Cotovelos</b>		<b>Ombros</b>		<b>Pescoço</b>		<b>Costas</b>		<b>Pernas</b>									
Identificar riscos																					
2a. Marcar os quadros de postura e força quando os fatores de risco forem observados.		Flexionado $\geq 45^\circ$		Desvio ulnar		Braço levantado $\geq 45^\circ$		Flexionado $\geq 30^\circ$		De lado		Agachada $\leq 45^\circ$									
2b. Para as partes do corpo com postura e força marcada, marque nos quadros de duração e frequência quando os limites forem ultrapassados.		Estendido $\geq 45^\circ$		Desvio radial		Braço atrás do corpo		De lado		Flexionado $\geq 20^\circ$		Ajoelhada									
		Esquerda		Direita		Esquerda		Direita		Esquerda		Direita									
2a. Postura		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									
Força		Posição de pinça ou pressão com os dedos $\geq 2$ lb (0,9 kg), ou Força de Aperto $\geq 10$ lb (4,5 kg)		$\geq 10$ lb (4,5 kg)		$\geq 10$ lb (4,5 kg)		$\geq 10$ lb (4,5 kg)		$\geq 10$ lb (4,5 kg)		$\geq 2$ lb (0,9 kg)									
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									
2b. Duração		$\geq 10$ s		$\geq 10$ s		$\geq 10$ s		$\geq 10$ s		$\geq 10$ s		$\geq 10$ s									
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									
Frequência		$\geq 30/\text{min.}$		$\geq 30/\text{min.}$		$\geq 2/\text{min.}$		$\geq 2/\text{min.}$		$\geq 2/\text{min.}$		$\geq 2/\text{min.}$									
		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									
Pontuação																					
Class. de risco		A M B		A M B		A M B		A M B		A M B		A M B									
<b>Passo 3</b>		No quadro de pontuação, escreva o número de categorias de fator de risco (0 – 4) marcadas para cada parte do corpo. Usando a tabela à direita, faça um círculo na classificação de risco correspondente para cada parte do corpo.																			
Determinar a classificação de risco		<table border="1"> <tr> <td>Pontuação</td> <td>Class. de risco</td> </tr> <tr> <td>3 ou 4</td> <td>Alta (A)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Média (M)</td> </tr> <tr> <td>0 or 1</td> <td>Baixa (B)</td> </tr> </table>										Pontuação	Class. de risco	3 ou 4	Alta (A)	2	Média (M)	0 or 1	Baixa (B)		
Pontuação	Class. de risco																				
3 ou 4	Alta (A)																				
2	Média (M)																				
0 or 1	Baixa (B)																				
<b>Passo 4</b>		Marcar os estressores físicos observados:																			
Identificar os estressores físicos		<input type="checkbox"/> Vibração (V) <input type="checkbox"/> Baixa temperatura (T) <input type="checkbox"/> Compressão de tecido macio (C) <input type="checkbox"/> Estresse de impacto (I) <input type="checkbox"/> Problemas com luvas (L)										Use as letras correspondentes para mostrar o local dos estressores.									

Fonte: Humantech, 2007.

A ferramenta BRIEF examina nove áreas do corpo para fatores de risco de DORT: mão esquerda e/ou pulso, mão direita e/ou pulso, cotovelo esquerdo; cotovelo direito; ombro esquerdo; ombro direito; pescoço, costas e pernas.

Uma vez que os fatores de risco são evidenciados durante a análise ergonômica, e os mesmos atendem os requisitos estabelecidos no Quadro 3, devem ser pontuados na planilha BRIEF (HUMANTECH, 2007).

Quadro 3- Avaliação BRIEF

Fatores	Mãos/pulsos	Cotovelos	Ombros	Pescoço	Costas	Pernas
<b>Força</b>	Pressão com os dedos 0,9 kg ou força de aperto 4.5 kg	≥4.5 kg	≥4.5 kg	≥0.9 kg	≥ 11.3 kg	≥4.5kg (Pedal)
<b>Duração</b>	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 30% do dia
<b>Frequência</b>	≥ 30/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007.

O BRIEF & BEST é uma ferramenta de avaliação em que utiliza um sistema de classificação estruturada e formalizada para identificar a aceitação ergonômica com base numa tarefa. A avaliação é baseada na postura e na força. Esses fatores de riscos são significativos por si mesmos, enquanto a duração e a frequência deste, amplificam o perigo dos fatores de risco apresentados pela postura e a força (HUMANTECH, 2007).

Cada grande articulação do corpo humano tem seus pontos fortes e fracos (HUMANTECH, 2007). Sabendo que as combinações de postura, força, frequência e duração podem contribuir para o risco ergonômico, a ferramenta BRIEF & BEST contribui para a identificação precoce de potenciais atividades prejudiciais ao elemento humano.

A ferramenta BRIEF é um método quantitativo, onde é possível medir a quantidade de risco ergonômico em um trabalho. A ferramenta é projetada para analisar um trabalho com tarefas específicas que se repetem ao longo do ciclo. A análise funciona melhor em ambientes onde operadores regularmente realizam tarefas de trabalho e/ou usam métodos repetitivos ou procedimentos (HUMANTECH, 2007).

Na ferramenta BEST são anexadas as informações obtidas no BRIEF para determinar o fator de conversão para cada parte do corpo e acrescentado os estressores físicos, a fim de calcular a pontuação do perigo no serviço, conforme a Figura 3 (HUMANTECH, 2007).

Figura 3- Planilha avaliação do BEST

**BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (TÉCNICA DE PONTUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO BRIEF)**  
Versão 1.0

**Passo 1**  
Informações completas sobre o serviço  
Nome do serviço: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Estação: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_ Deptº: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Produto: \_\_\_\_\_

**Passo 2**  
Transferir as pontuações BRIEF  
Transferir as pontuações (0 - 4) de uma Pesquisa BRIEF completada.

Mãos e punhos		Cotovelos		Ombros		Pescoço	Costas	Pernas
Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito			

**Passo 3**  
Determinar os fatores de conversão

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Encontrar cada pontuação BRIEF na tabela à direita e determinar o fator de conversão para cada parte do corpo.

Pontuação BRIEF	Fator de conversão
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

**Passo 5**  
Resumir os estressores físicos  
Colocar um 2 no quadro para cada estressor físico marcado no BRIEF e um 0 para cada estressor físico não marcado.

Vibração	Baixa temperatura	Compressão de tecido macio	Estresse de impacto	Problemas com luvas

**Passo 4**  
Adicionar fatores de conversão

**Passo 6**  
Adicionar a pontuação de estressores físicos

**Passo 7**  
Calcular a pontuação do fator de risco no serviço  
(Fatores de conversão + Pontuações de estressor físico)

**Passo 8**  
Determinar o multiplicador do tempo de exposição  
Usar a tabela à esquerda para determinar o multiplicador adequado.

Tempo na tarefa por semana	Multiplicador
> 40 horas	1.25
20 - 40 horas	1.0
4 - 19 horas	0.8
< 4 horas	0.4

**Passo 9**  
Calcular a pontuação de perigo no serviço  
(Pontuação do fator de risco no serviço x Multiplicador do tempo de exposição)

Pontuação de perigo no serviço	Prioridade
0 - 9	Baixa
10 - 29	Média
30 - 49	Alta
50+	Muito Alta

Comentários:

---



---



---



---



---



---



---

Fonte: Humantech, 2007.

Segundo Humantech, 2007, a análise BEST é limitada aos fatores de risco ergonômicos abordados na análise BRIEF. Não é aplicável às áreas do corpo adicionais, também não aborda melhoria quando os fatores de risco são reduzidos dentro dos limites estabelecidos, o fator de risco é reduzido, mas a redução não afeta a melhor pontuação para o trabalho.

As pontuações BEST são classificadas como baixo, médio, alto ou muito alto em relação a prioridade para melhoria ou intervenção ergonômica conforme, o Quadro 4.

Quadro 4- Grau de prioridade da ferramenta BEST

Prioridade			
Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
0-9	10-29	30-49	50+

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007.

A ferramenta BEST gera uma pontuação de 0 a 125, com uma pontuação mais elevada representa um nível de prioridade mais elevado.

## 2.6 MELHORIA CONTINUA - KAIZEM

A metodologia Kaizen foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, buscando a melhoria contínua da qualidade dos produtos e o aumento da produtividade (BRIALES, 2005).

A filosofia Kaizen está baseada na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas que se apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática nos seus processos de trabalho, com foco na busca pela melhoria contínua (SHARMA; MOODY, 2003)

Quando aplicado propriamente, o Kaizen pode melhorar a qualidade e reduzir consideravelmente os custos, além de atender às necessidades dos clientes, sem qualquer investimento significativo ou introdução de nova tecnologia (IMAI, 1996).

O Kaizen tem como objetivo a melhoria contínua, preza que nenhum dia pode se passar sem que alguma melhoria tenha acontecido seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados em um curto espaço de tempo e sem grandes investimentos onde conseguimos cada vez mais resultados, apoiados no trabalho e cooperação entre um grupo determinado pela direção da empresa com propósito de alcançar as metas (IMAI, 1994).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia é determinada por Jung (2004), como sendo um conjunto de procedimentos e técnicas que tem por finalidade a viabilização e a execução da pesquisa, em que o pesquisador deve escolher aquela que esteja mais adequada as necessidades práticas da execução.

Em relação quanto ao tipo de pesquisa, a mesma é de caráter exploratório, segundo a definição de Gil (2002), este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado, a qual pode envolver levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos.

A abordagem da pesquisa deste trabalho distingue-se sendo quantitativa. Segundo Richardson (1999), o método quantitativo caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas. Esse método busca a garantia da precisão dos resultados, e não a distorção de análise e interpretação, onde são considerados como objeto de estudo uma situação específica, um grupo ou um indivíduo.

A cerca do tipo de delineamento adotado na realização deste trabalho, utilizou-se o método de pesquisa-ação. Para Thiollent (1985, p.14) a pesquisa-ação pode ser definida como:

“... um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Na realização deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa-ação, que consiste no envolvimento de maneira participativa e cooperativa da pesquisadora com o trabalho que, no desenvolver da pesquisa, procura soluções para os problemas identificados.

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Partindo da necessidade da empresa em detectar os riscos ergonômicos em seu processo produtivo, de forma a prevenir o aparecimento de doenças

ocupacionais decorrentes de movimentações corporais incorretas na execução das atividades laborais, identificou-se a oportunidade em aplicar uma metodologia de análise e registro postural, em um posto específico devido as suas características e a demanda da empresa.

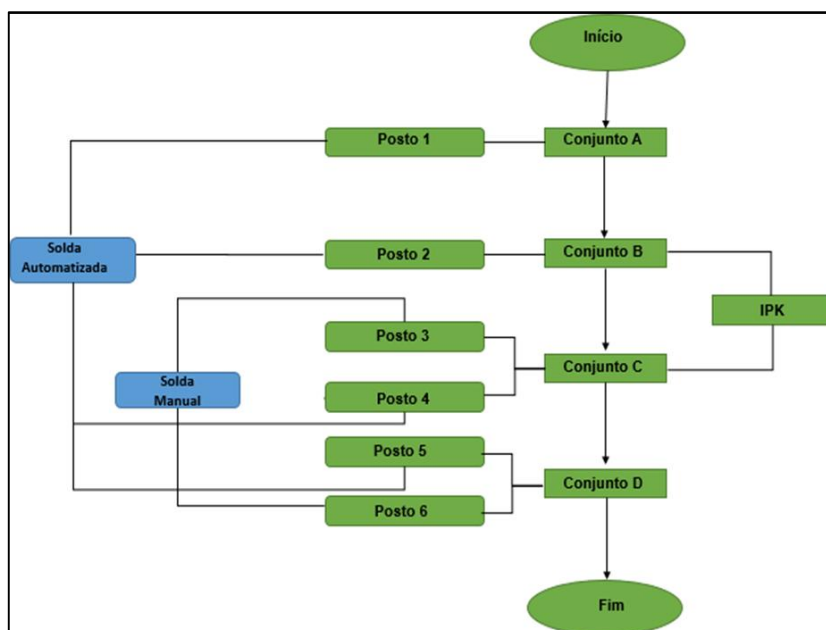
Com intuito de realizar uma análise ergonômica do trabalho no posto 3 de soldagem do produto cabine, a fim de avaliar as condições de trabalho do operador, bem como determinar os fatores de risco e propor melhorias. Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para levantar informações a respeito do tema abordado e normas regulamentadoras através de pesquisas em diversas fontes, como artigos, teses e livros especializados.

A partir desse estudo, partiu-se para a fase exploratória, com objetivo de proporcionar maior aprofundamento do problema e aprimoramento de ideias, foi feito um acompanhamento do processo produtivo no chão-de-fábrica.

O processo de solda da cabine realizado na empresa consiste no processo de soldagem Mig/Mag semi-automatizada (soldagem manual), onde todas as tarefas relacionadas com a execução e controle contínuo da soldagem, são feitas pelas mãos do soldador, ou seja, o soldador manipula a tocha para efetuar a solda, e automatizada, onde a soldagem é executada por um robô industrial, em que o envolvimento do soldador é limitado a ativar a máquina para iniciar o ciclo de soldagem e em controlar a qualidade da solda por meio de inspeção visual conforme critérios definidos pela empresa a fim de identificar discontinuidades na solda.

Na Figura 4, apresenta-se o fluxograma do processo produtivo de cabine.

Figura 4- Fluxograma de processo



**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Conforme o fluxograma do processo apresentado na Figura 4, a cabine é composta por vários conjuntos, quando soldados de forma integrada, forma-se o conjunto final. Cada conjunto é soldado, em um ou mais postos de trabalho específicos do processo produtivo.

Ao analisar o processo produtivo da empresa, observa-se que as etapas do seu processo são contínuas, ou seja, se encadeiam uma atrás da outra, de forma que a etapa seguinte depende da conclusão da anterior. Estas etapas levam um tempo diferente para serem concluídas. No entanto, uma etapa em particular, o posto 3, onde é dado início ao processo de soldagem manual do conjunto C, é necessário tempo maior do que todas as outras para ser concluída, sendo classificada como o “gargalo” do processo. Dessa forma, o “gargalo” do processo de fabricação, cria a necessidade de estoque, o que aumenta os custos da empresa.

Na tabela 1, estão detalhados os conjuntos que compõe a cabine e seus respectivos postos de trabalho, bem como a duração do seu processo de soldagem.



Tabela 1 – Conjuntos da cabine

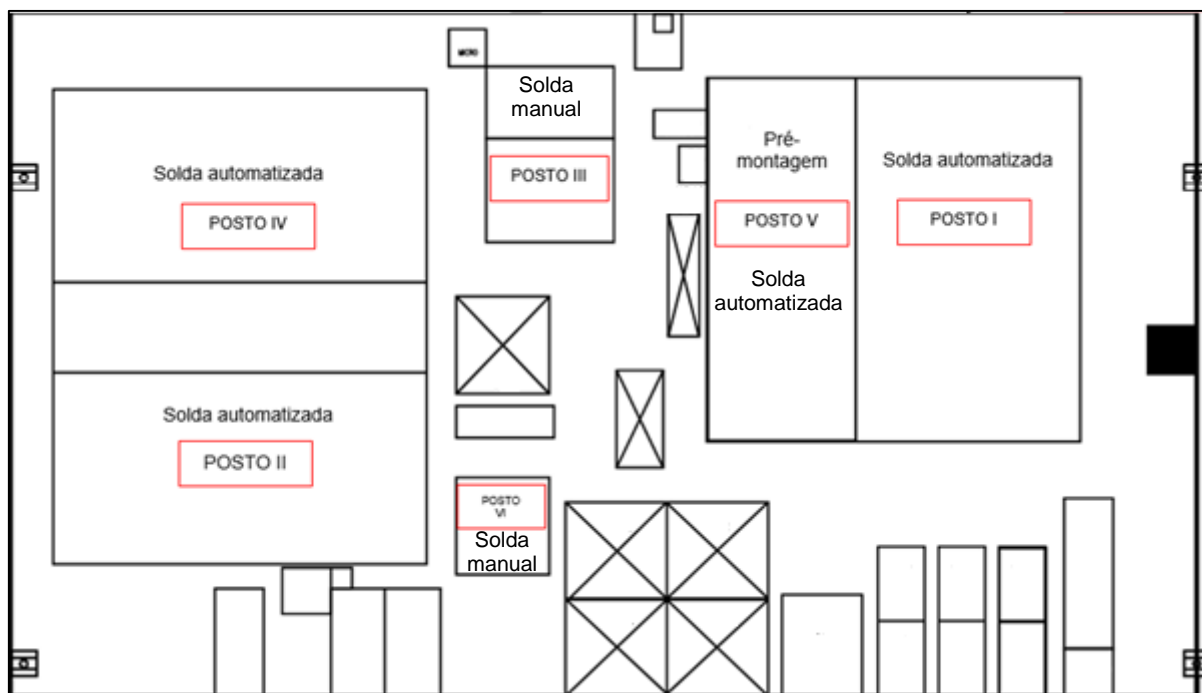
Conjunto	Área	Duração (min)
A	Posto 1	19
B	Posto 2	24,29
C	Posto 3	26,75
D	Posto 4	15
	Posto 5	14,25
	Posto 6	12,7

**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Nessa tabela, pode-se observar que a cabine é composta por 4 conjuntos, os mesmos são soldados em um ou mais postos específicos. Todo o processo de soldagem da cabine é realizado em uma linha produtiva composta por 6 postos de trabalho.

Na Figura 5, caracteriza-se o layout do atual processo produtivo, bem como a localização dos postos de trabalho e suas respectivas atividades.

Figura 5– Layout atual da área de estudo



**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Destaca-se que nos postos 1, 2, 4 e 5 o processo de solda é automatizado, onde o operador é responsável apenas por posicionar os componentes no dispositivo de solda, acionar a máquina e transportar o conjunto final para o posto seguinte.

A partir desse cenário, afim de identificar e proporcionar mais conforto as condições laborais no posto de trabalho, realizou-se a análise ergonômica da soldagem manual do conjunto C da cabine no posto 3, o qual exige maior tempo de processo e um esforço maior por parte do operador.

Dentre os métodos de registro e análise postural citadas na literatura, para evidenciar os potenciais riscos ergonômicos na operação de soldagem, optou-se em aplicar a ferramenta de análise BRIEF & BEST, pois a mesma já é utilizada pela a empresa e abrange as áreas do corpo, bem como, os fatores de riscos presentes na atividade laboral do posto 3.

A partir da ferramenta BRIEF & BEST foi possível avaliar a atividade laboral e identificar quais os riscos em que está sujeito o operador para cada uma das áreas do corpo. Para evidenciar os fatores de risco ergonômicos presentes na atividade laboral, realizou-se um registro do processo de soldagem em vídeo. Essa técnica teve grande importância na etapa do estudo ergonômico, onde foi possível evidenciar os movimentos posturais que o soldador realiza durante a atividade, bem como, os tempos de permanência de diferentes combinações das posições do tronco, como as mãos/pulsos, cotovelos, ombros, pescoço, costas e pernas.

Em relação a cada área do corpo examinada, a partir da ferramenta BRIEF, pontuou-se os fatores de risco frequência, posições e postura evidenciados e quantificou-se a atividade de acordo com o processo, onde pontuou-se quanto à classe de risco.

Na ferramenta BEST, para determinar o fator de conversão para cada parte do corpo, foram são anexadas as informações obtidas no BRIEF, onde obteve-se uma pontuação, a qual é determinada pelo nível de risco ergonômico presente na atividade.

Com base nos resultados da aplicação do método ergonômico de avaliação postural e com o intuito de contribuir com a melhoria contínua do processo produtivo da empresa, estudaram-se formas de aprimorar o processo de soldagem atual identificando oportunidades de melhoria nas condições ergonômicas, de forma a

melhorar o conforto do operador durante a execução de sua atividade laboral e prevenir possíveis doenças ocupacionais.

Dessa forma, norteando-se pelo embasamento legal disposto na norma regulamentadora NR17 e com base na análise dos dados obtidos através do resultado do diagnóstico sobre a situação atual, identificou-se possíveis soluções ou melhorias para o processo de soldagem.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise dos resultados aplicados com base nos conceitos estudados na literatura. Para tanto, primeiramente, foi apresentado e caracterizado o resultado obtido através da aplicação da ferramenta de análise ergonômica do trabalho. Na sequência, foram mostradas as oportunidades de melhorias evidenciadas, bem como, os seus benefícios.





É importante salientar que o presente estudo foi elaborado em atendimento à necessidade da empresa em avaliar os riscos ergonômicos envolvidos na sua atividade produtiva, em específico o posto 3 de soldagem do produto cabine, de forma a adequar o local de trabalho e proporcionar ao operador um ambiente mais confortável e de posicionamento postural adequado.

### 4.1 ANÁLISE ERGÔMICA DA SOLDAGEM DO PRODUTO CABINE

Através da ferramenta BRIEF & BEST, identificou-se os fatores de riscos ergonômicos presentes na atividade laboral do soldador, no posto 3.

Nas Figura 6, apresenta-se a análise ergonômica aplicada em detalhe para os fatores de risco mãos e punhos.

Figura 6 – Fatores de risco mãos e punhos

		<b>Mãos e punhos</b>	
		 Flexionado $\geq 45^\circ$	 Desvio ulnar
		 Estendido $\geq 45^\circ$	 Desvio radial
		Esquerda	Direita
<b>2a.</b>	<b>Postura</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Força</b>	Posição de pinça ou pressão com os dedos $\geq 2$ lb (0,9 kg), ou Força de Aperto $\geq 10$ lb (4,5 kg)	
<b>2b.</b>	<b>Duração</b>	$\geq 10$ s <input type="checkbox"/>	$\geq 10$ s <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Frequência</b>	$\geq 30/\text{min.}$ <input type="checkbox"/>	$\geq 30/\text{min.}$ <input type="checkbox"/>
	<b>Pontuação</b>	0	2
	<b>Class. de risco</b>	A M <b>B</b>	A <b>M</b> B

**Fonte:** Adaptado de Humantech (2007), baseando-se nas informações da empresa, 2015.



Na atividade de soldagem, observou-se quatro fatores de risco para a mão e punho direito, bem como, flexionado e estendido em 45 graus e desvio ulnar e radial.

A pontuação de força não foi aplicada, pois a pressão dos dedos com a tocha é inferior a 4,5 kg. Pontuou-se a duração da atividade dos fatores de risco da mão direita, como sendo superior a 10 segundos, onde a duração da atividade com a tocha é em torno de 6 minutos. A frequência não foi pontuada, pois de acordo a atividade laboral do soldador, a frequência é inferior a 30 minutos.

De acordo o quadro de pontuação de classificação de risco do BRIEF, em que varia de 0 a 4, obteve-se a pontuação 2, devido o número de categorias de fator de risco evidenciadas na atividade (postura e duração). Dessa forma, de acordo a tabela de classificação de riscos, a pontuação 2 do trabalho obtida é considerada como risco médio para as mãos.

A Figura 7 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhe para os fatores de risco em relação aos cotovelos.

Figura 7- Fatores de risco cotovelos

		Cotovelos	
		Esquerda	Direita
		 Antebraço girado	 Totalmente estendido
<b>2a.</b>	<b>Postura</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Força</b>	$\geq 10$ lb (4,5 kg) <input type="checkbox"/>	$\geq 10$ lb (4,5 kg) <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duração</b>	$\geq 10$ s <input type="checkbox"/>	$\geq 10$ s <input type="checkbox"/>
	<b>Frequência</b>	$\geq 2$ /min. <input type="checkbox"/>	$\geq 2$ /min. <input type="checkbox"/>
	<b>Pontuação</b>	0	1
	<b>Class. de risco</b>	A M <b>B</b>	A M <b>B</b>




**Fonte:** Adaptado de Humantech (2007), baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Á partir da observação feita através da análise do vídeo do processo produtivo, em relação aos cotovelos observou-se um fator de risco, onde o cotovelo encontra-se estendido mais que 135 graus. As categorias de força, duração e

frequência não foram pontuadas, ou seja, não estão presentes da atividade laboral do soldador. Dessa forma, de acordo quanto ao número de categorias evidenciadas (postura), a pontuação resultante foi 1, classificada como risco baixo, de acordo a tabela de classificação de riscos.

A Figura 8, refere-se à análise dos fatores de riscos presentes nos ombros.

Figura 8- Fatores de risco dos ombros

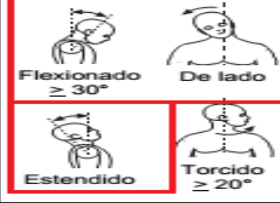
		Ombros	
		 Braço levantado > 45°	 Braço atrás do corpo
		 Ombros encolhidos	
		Esquerda	Direita
<b>2a.</b>	<b>Postura</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Força</b>	≥ 10 lb (4,5 kg) <input type="checkbox"/>	≥ 10 lb (4,5 kg) <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duração</b>	≥ 10 s <input type="checkbox"/>	≥ 10 s <input type="checkbox"/>
	<b>Frequência</b>	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>
	<b>Pontuação</b>	0	1
	<b>Class. de risco</b>	A M <b>B</b>	A M <b>B</b>

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007, baseando-se nas informações da empresa.

Para os ombros, o fator de risco evidenciado foi o braço direito levantado mais que 45 graus, os demais critérios, como a força, duração e frequência, não são evidenciados na atividade de trabalho do posto 3, dessa forma, não foram pontuados. De acordo o número de categorias evidenciadas (postura), a pontuação resultante foi 1, classificada como risco baixo.

A Figura 9 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhe para os fatores de risco em relação ao pescoço.

Figura 9- Fatores de risco do pescoço

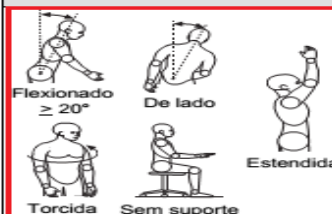
		Pescoço
		
2a.	Postura	<input checked="" type="checkbox"/>
	Força	≥ 2 lb (0,9 kg) <input type="checkbox"/>
2b.	Duração	≥ 10 s <input type="checkbox"/>
	Frequência	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>
	Pontuação	1
	Class. de risco	A M <b>B</b>

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007, baseando-se nas informações da empresa.

Na parte do pescoço, identificou-se três fatores de risco, como, flexionado em mais de 30 graus, de lado e estendido. Os critérios de força, duração e frequência, não são pontuados de acordo a observação da atividade laboral do soldador. Assim a pontuação resultante foi 1, em relação ao número de categorias evidenciadas (postura), classificada como risco baixo.

Em relação as costas, a Figura 10 representa a análise dos fatores de riscos identificados na atividade.

Figura 10- Fatores de risco das costas




		Costas
		
2a.	Postura	<input checked="" type="checkbox"/>
	Força	≥ 25 lb (11,3 kg) <input type="checkbox"/>
2b.	Duração	≥ 10 s <input type="checkbox"/>
	Frequência	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>
	Pontuação	1
	Class. de risco	A M <b>B</b>

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007, baseando-se nas informações da empresa.

Nas atividades em relação as costas, identificou-se cinco fatores de risco, como, flexionado em mais de 20 graus, de lado, torcido, estendido e sem suporte. Os critérios de força, duração e frequência, não são pontuados de acordo a atividade do soldador. A pontuação resultante foi 1, classificada como risco baixo.

A Figura 11 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhe para os fatores de risco em relação as pernas.

Figura 11- Fatores de risco das pernas

		Pernas
		 Agachada
		 Ajoelhada
		 Sem suporte
2a.	Postura	<input checked="" type="checkbox"/>
	Força	Pedal $\geq 10 \text{ lb (4,5 kg)}$ <input type="checkbox"/>
2b.	Duração	$\geq 30\%$ do dia <input type="checkbox"/>
	Frequência	$\geq 2/\text{min.}$ <input type="checkbox"/>
	Pontuação	1
	Class. de risco	A M <b>B</b>

**Fonte:** Adaptado de Humantech, 2007, baseando-se nas informações da empresa.

Em relação às pernas, identificou-se dois fatores de risco, bem como, agachado em 45 graus e sem suporte. Os critérios de força, duração e frequência não são evidenciados durante a atividade laboral do soldador, dessa forma não foram pontuados. A pontuação resultante foi 1, classificada como risco baixo.

Na Figura 12, quantificou-se a atividade de acordo com o processo, realizando-se a conversão para a ferramenta BEST obteve-se uma pontuação, a qual é determinada pelo nível de risco ergonômico presente na atividade. Ou seja, na ferramenta BEST, transferiu-se a pontuação resultante da análise BRIEF (passo 2), onde determinou-se o fator de conversão para a pontuação obtida em cada parte do corpo (passo 3).



Figura 12 - Avaliação do BEST

**BEST™ — BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE (TÉCNICA DE PONTUAÇÃO DE EXPOSIÇÃO DO BRIEF)**  
Versão 1.0

**Passo 1**  
Informações completas sobre o serviço  
Nome do serviço: Soldagem Local: Fábrica II Estação: Posto III  
Data: 10/10/2015 Depf: DPSO300 Turno: Normal Produto: Cabine

**Passo 2**  
Transferir as pontuações BRIEF  
Transferir as pontuações (0 – 4) de uma Pesquisa BRIEF completada.

Mãos e punhos		Cotovelos		Ombros		Pescoço	Costas	Pernas
Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito			
0	2	0	1	0	1	1	1	1

**Passo 3**  
Determinar os fatores de conversão

0	3	0	1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Passo 5**  
Resumir os estressores físicos  
Colocar um 2 no quadro para cada estressor físico marcado no BRIEF e um 0 para cada estressor físico não marcado.

Vibração	Baixa temperatura	Compressão de tecido macio	Estresse de impacto	Problemas com luvas

Encontrar cada pontuação BRIEF na tabela à direita e determinar o fator de conversão para cada parte do corpo.

Pontuação BRIEF	Fator de conversão
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

**Passo 4**  
Adicionar fatores de conversão

8

**Passo 6**  
Adicionar a pontuação de estressores físicos

0

**Passo 7**  
Calcular a pontuação do fator de risco no serviço  
(Fatores de conversão + Pontuações de estressor físico)

8

**Passo 8**  
Determinar o multiplicador do tempo de exposição  
Usar a tabela à esquerda para determinar o multiplicador adequado.

Tempo na tarefa por semana	Multiplicador
> 40 horas	1.25
20 - 40 horas	1.0
4 - 19 horas	0.8
< 4 horas	0.4

1.0

**Passo 9**  
Calcular a pontuação de perigo no serviço  
(Pontuação do fator de risco no serviço x Multiplicador do tempo de exposição)

8.00

Comentários:

---



---



---



---



---



---

© 2002 by Humantech, Inc. 734.663.7747

**Fonte:** De Humantech (2007), baseado nas informações da empresa, 2015.

Conforme demonstrado na Figura 12, a pontuação de perigo (risco ergonômico) na atividade, alcançou a pontuação 8, que se encontra na faixa de risco baixo.

Dessa forma, com o diagnóstico de que as atividades estão dentro dos limites de segurança aceitáveis, ou seja, apresentam risco ergonômico baixo, procurou-se propor melhorias a fim de eliminar os fatores de risco ergonômicos presentes na atividade laboral do soldador.

## 4.2 PROPOSTA DE MELHORIAS

Em relação aos riscos ergonômicos evidenciados na mão e punho direito, como medida corretiva entende-se que, realizando o rodízio entre os operadores do

processo, pode-se reduzir o tempo de duração em que o soldador realiza a atividade, reduzindo, desta forma o seu risco.

No entanto, para os riscos relacionados às pernas, é possível diminuir com a disposição de uma banco, onde a postura sentada torna a atividade confortável em relação a fadiga.

Para eliminar os demais riscos identificados em relação ao pescoço, ombros, costas e cotovelo, propõe-se a alteração do processo de soldagem atual, caracterizada a seguir.

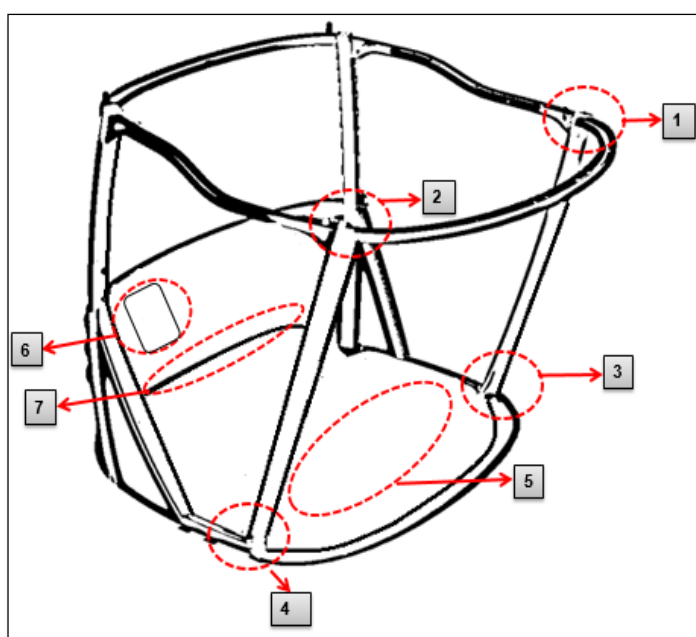
#### 4.2.1 Alteração do processo de soldagem

Durante o estudo ergonômico da atividade no posto 3, foi possível identificar significativas oportunidades de melhoria para o processo de soldagem de cabine.

As oportunidades de melhorias evidenciadas no posto em estudo, consistem na alteração do processo, onde sugere-se eliminar as atividades consideradas menos confortáveis do ponto de vista ergonômico, de forma a contribuir para melhores condições posturais do operador.

A proposta de alteração do processo de soldagem está relacionada com os pontos indicados na Figura 13.

Figura 13- Oportunidades de melhorias no processo de soldagem de cabine



**Fonte:** Cabine ilustrativa elaborada pela autora, 2015.

As atividades relacionadas aos pontos destacadas na Figura 13, foram analisadas de forma criteriosa, identificando-se quais os fatores de riscos presentes durante a execução dessas atividades, bem como, os benefícios obtidos com a eliminação dessas atividades do posto 3.

No Quadro 5, apresenta-se as atividades relacionadas aos pontos indicados anteriormente.

Quadro 5- Proposta processo de soldagem conjunto C

Atividade	Operação	Tempo (min)	Posto de trabalho atual	Posto de trabalho proposto
1	SOLDAR ANTENA L/E	0,25	3	4
2	SOLDAR ANTENA L/D	0,25	3	4
3	SOLDAR SUPORTE L/E	0,7	3	5
4	SOLDAR SUPORTE L/D	0,7	3	5
5	SOLDAGEM DAS BUCHAS E PARAFUSOS	3,34	3	5
6	SOLDAR PORCAS	0,7	3	3
7	PONTEAR CHAPA TRASEIRA	0,4	3	4
<b>Total</b>		<b>6,34</b>		

**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Conforme o Quadro 5, para as atividades 1 e 2 realizadas de forma manual no posto 3, sugere-se transferi-las para o posto de solda automatizada 4, de forma a eliminar os fatores de riscos ergonômicos presentes em relação aos ombros, costas e pescoço.

Para as atividades 3, 4 e 5, atualmente soldadas no posto 3, sugere-se transferi-las para o posto 5, realizando manualmente, pois, a altura do dispositivo do posto 5, permite uma postura ergonomicamente adequada, em relação aos cotovelos, ombros, pescoço e costas.

Para a atividade 6, que consiste na soldagem das porcas na chapa traseira, atualmente realizada no conjunto C do posto 3, sugere-se fazer uma pré-montagem, ou seja, soldar as porcas na chapa traseira sobre a bancada, que permite uma postura mais adequada, ou seja confortável, para então posicionar as porcas e a chapa pré-montadas, no conjunto final.

Na atividade 7, o soldador realiza a pré-soldagem da chapa traseira no posto 3, passando para próxima etapa no posto 4, solda automatizada. É possível eliminar essa operação apenas transferindo o grampo de aperto fixo no dispositivo do posto

3, para o dispositivo do posto 4. Grampo este que fixa a chapa traseira com o piso, sendo necessário fazer a pré-soldagem para o conjunto ser transportado, dessa forma, somente é necessário realizar a solda automatizada. Essa proposta além de contribuir para o conforto do operador contribui para ganho de 0,3 min para o conjunto C.

No Quadro 6, detalhou-se as operações necessárias para cada uma das atividades do processo de soldagem em que sugeriu-se a alteração do posto de trabalho.

Quadro 6- Atividades do processo de soldagem de cabine

Operação	Tempo (min)	Posto atual	Posto proposto
<b>SOLDAGEM DAS BUCHAS</b>	<b>1,73</b>	3	5
Pegar Buchas (7x) e fixar no dispositivo.	0,98	3	5
Pegar Dispositivo com as buchas e posicionar no piso.	0,15	3	5
Soldar Buchas (7x).	0,38	3	5
Retornar dispositivo.	0,22	3	5
<b>SOLDAR SUPORTES</b>	<b>1,40</b>	3	5
Pegar Suporte A (2X) e Suporte B (2X).	0,22	3	5
Pegar dispositivos e posicionar na cabine com os Suportes A e B.	0,63	3	5
Soldar Chapa A (2X) e Chapa B (2X).	0,43	3	5
Retornar dispositivos.	0,12	3	5
<b>SOLDAR PARAFUSOS</b>	<b>1,61</b>	3	5
Pegar Parafusos (13x) e posicionar no piso	<b>0,58</b>	3	5
Soldar Parafusos (13x).	<b>1,03</b>	3	5
<b>SOLDAR ANTENAS</b>	<b>0,50</b>	3	4
Soldar Antena (1x) em ambos os lados.	0,50	3	4
<b>PONTEAR CHAPA TRASEIRA</b>	<b>0,40</b>	3	4
Fecha grampo	0,05	3	4
Pontear chapa traseira	0,30	3	-
Abrir grampo	0,05	3	4

**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Conforme a duração das atividades apresentadas no Quadro 6, pode-se evidenciar no Quadro 7 as vantagens obtidas com a alteração de processo em relação ao tempo do processo de soldagem atual com tempo proposto para cada posto de trabalho.

Quadro 7- Estudo do processo de soldagem de cabine

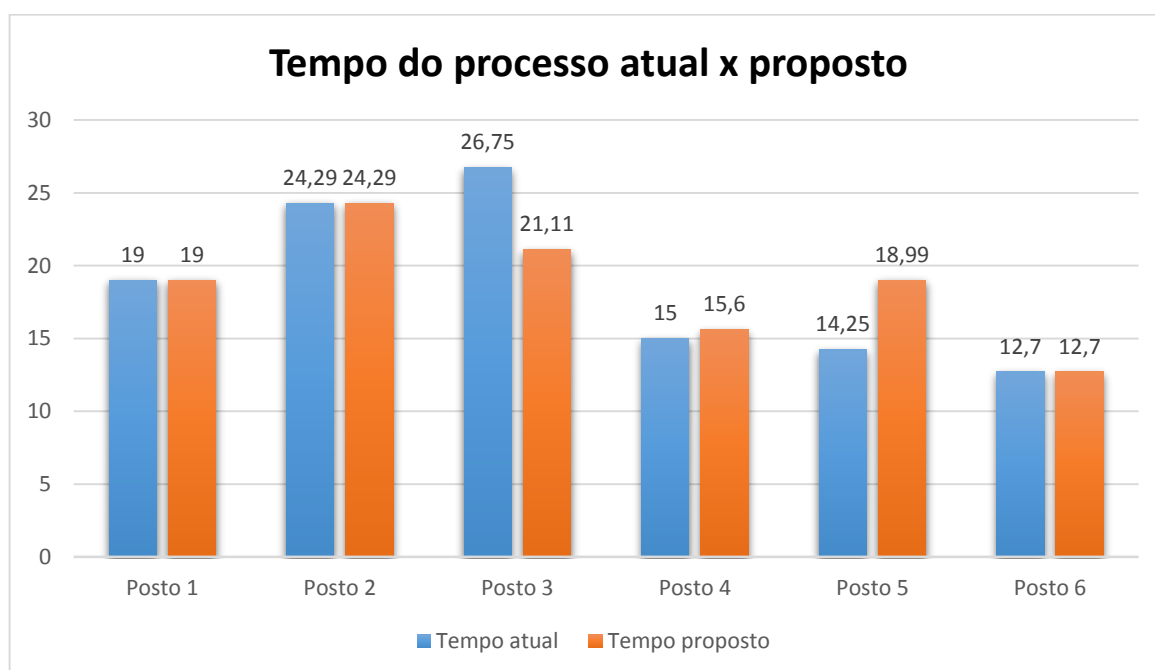
Área	Conjunto	Tempo atual	Tempo proposto	Vantagem %
Posto 1	A	19	19	0%
Posto 2	B	24,29	24,29	0%
Posto 3	C	26,75	21,11	-27%
Posto 4		15	15,6	4%
Posto 5	D	14,25	18,99	25%
Posto 6		12,7	12,7	0%

**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Conforme o Quadro 7, observa-se que as melhorias propostas impactam na eliminação do gargalo da produção, o que representa num ganho de 27% em produtividade para o posto 3.

Dessa forma, obtêm-se um melhor balanceamento da linha de produção, onde a alteração de processo proposta, permite uma distribuição das tarefas de forma que os postos de trabalho demandem um tempo mais aproximado para execução das tarefas a elas designadas, como caracterizado na Figura 14.

Figura 14- Balanceamento de linha



**Fonte:** Elaborado pela autora baseando-se nas informações da empresa, 2015.

Conforme o exposto, o balanceamento de linha tende a eliminar gargalos e esperas, proporcionando aumento na produtividade e eficiência.

Ressalta-se que para a implantação das propostas de melhoria sugeridas a empresa, não é necessário investimento, sendo de grande interesse por parte da empresa, pois além de trazer benefícios ergonômicos e no processo produtivo, as mesmas não representam nenhum custo para a empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com cenários competitivos têm sido evidentes os esforços no ambiente empresarial em busca de melhores desempenhos em termos de qualidade e produtividade. Nesse contexto, as boas condições de trabalho vêm gradualmente sendo reconhecidas como um dos elementos essenciais para que as empresas cumpram suas metas básicas de custo, prazo e atendimento às exigências do mercado.

Diante disso, as empresas com metas de tornarem-se mais competitivas no mercado atual, devem se utilizar da Ergonomia como estratégia a fim de produzir um maior rendimento no trabalho, prevenir acidentes e proporcionar uma maior satisfação do trabalhador.

Uma Análise Ergonômica têm o objetivo de averiguar, em linhas gerais, as condições de trabalho de uma determinada tarefa, considerando como um instrumento de essencial importância para um sistema produtivo, não só em proporcionar conforto e segurança ao colaborador, mas em extrair deste maior produtividade, com aumento dos lucros e diminuição das perdas.

Com base no exposto, por meio da aplicação da ferramenta BRIEF & BEST, evidenciada nos resultados, comprova-se o atendimento ao objetivo geral deste estudo, que consiste em realizar uma análise ergonômica do posto de trabalho de soldagem de cabine, bem como propor melhorias que agregam ergonomicamente no processo produtivo. Este estudo foi relevante para o atendimento aos objetivos específicos desse trabalho.

Através da ferramenta BRIEF & BEST, foi possível identificar os fatores de risco que está submetido o trabalhador, bem como, as posturas adotadas pelo operador que podem ser predisponentes de doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho, como mãos/punhos, pernas, pescoço, ombros, costas e cotovelo.

Com base na norma NR17 foram identificados oportunidades de melhorias que agregam ergonomicamente na atividade laboral do trabalhador. Com o diagnóstico de que as atividades do posto de soldagem atendem os requisitos de segurança da empresa, sugeriu-se melhorias para todos os fatores de risco pontuados nos resultados, de forma a proporcionar um ambiente mais confortável e de posicionamento postural adequado.

Foram identificados melhorias no processo de soldagem de cabine com base no princípio de melhoria contínua. Destaca-se a importância deste quanto aos resultados financeiros, uma vez que a proposta de alteração do processo estima reduzir o tempo de envolvimento do recurso e um ganho de 27% produtividade no posto 3, através do balanceamento de linha.

O atendimento a esses objetivos salienta a relevância do presente trabalho final de curso para a Indústria metal mecânica, que teve, a partir de uma análise ergonômica, ganhos não só nas condições ergonômicas mas na otimização do seu processo de soldagem de cabine.

Destaca-se também que o conhecimento adquirido durante a elaboração deste trabalho teve grande contribuição para a formação profissional e também pessoal da acadêmica.

Por fim, se espera que esse trabalho possa servir de subsídios para empresas congêneres, ou mesmo acadêmicos, pesquisadores e profissionais interessados na temática proposta. O mesmo poderá servir como base para estudos futuros na empresa, a fim de eliminar os impactos negativos a saúde laboral dos operadores contribuindo para as medidas de correção postural e de adequação do posto de trabalho ao operador, proporcionando um ambiente mais seguro e a satisfação dos trabalhadores.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERGO, Associação brasileira de ergonomia. **O que é ergonomia**. Disponível em: <[http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o\\_que\\_e\\_ergonomia](http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia)>. Acesso em: 12 maio 2015.

ABRANTES, Antônio Francisco. **Atualidades em ergonomia- Logística, Movimentação de materiais, Engenharia Industrial, Escritórios**. São Paulo: IMAM, 2004.

AHONEN, M.; LAUNIS, M.; KUORINKA, T. **Ergonomic Workplace Analysis**. Helsinki, Finland: Finnish Institute of Occupational Health.1989.

ALVES, V. J. **Desenvolvimento de Envelopes Operacionais para o processo MIG/MAG com diferentes gases de proteção**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

BRASIL. **Portaria 3.214 de 08 de julho de 1978**. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho emprego, M. D. T. E. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego. 1978.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. Nota Técnica 060/2001. Assunto: NR 17 **Ergonomia – indicação de posturas a ser adotada na concepção de postos de trabalho**. Brasília, 2001.

BRIALES, Júlio Aragon. **Melhoria contínua através do kaizen: estudo de caso Daimlerchrysler do brasil**. 2005. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) Programa de Mestrado em Sistema de Gestão pela Qualidade Total - Universidade Federal Fluminense. Niterói. 2005.

CHAFFIN, D.B.; ANDERSON, G.B.J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

COUTO, Hudson A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

CRPG - Centro de Reabilitação Profissional de Gaia. **Fatores de Risco Ergonômicos**. Disponível em: <<http://www.crpq.pt/empresas/recursos/kitergonomia/Paginas/factoresderisco.aspx>>. Acesso em: 13 maio 2015.

DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. 2. ed. Tradução por Itiro Lida. São Paulo: Edgar Blücher, 2004.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORTES, C. **Soldagem MIG/MAG**. [S.l.]: ESAB, 2005.

FUHR, T. A. **Reconhecimento e avaliação dos riscos ambientais gerados nos processos de soldagem de uma empresa do segmento metal mecânico** (Monografia)]. Ijuí: Unijuí; 2012 [acesso em 06 maio 2014]. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1259/Monografia%20Tiago%20A.%20F%C3%BChr%20%20Vers%C3%A3o%20Final.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 ago 2015.

- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HIGNETT S; MCATAMMNEY L. (2000) **Rapid entire body assessment (REBA)**. Appl Ergonomics. 2000;31:201-5.
- \_\_\_\_\_. (2005). REBA and RULA: **Whole body and upper limb rapid assessment tools**. In W. Marras and W. Karwowski (Eds), Occupational Ergonomics Handbook. 2 ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- HUMANTECH. **Ergonomic design guidelines for engineers**. 3 ed. Ohio, EUA, 2007.
- IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 5. ed. São Paulo: IMAM,1994.
- \_\_\_\_\_. **Gemba Kaizen: Estratégias e técnicas do Kaizen no piso da fábrica**. 2. ed. São Paulo: Instituto Imam, 1996.
- JUNG, Carlos Fernando. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Excel Books do Brasil, 2004.
- KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. Applied Ergonomics, V.8, 1977.
- KUORINKA, I.; JOHNSON, B.; KILBORN; A. (1987). **Standardized Nordic questionnaires for the Analysis of Musculoskeletal Symptoms**. Applied Ergonomics, 18:3; 233-237.
- KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- LIDA, I. **Ergonomia – projeto e produção**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2005.
- M294 Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2 ed. – Brasília: MTE, SIT, 2002.
- MACHADO, Ivan Guerra. **Soldagem & técnicas conexas: processos**. Porto Alegre: Machado, 1996.
- MAGRINI, Rui de Oliveira. **Segurança do trabalho da soldagem oxiacetilênica**. 2 ed. São Paulo: Fundacentro, 1999.
- MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem- fundamentos e tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009.
- MATHEUS, B.P. **Risco químico relacionado aos fumos de solda e poeira metálica**. Revista rede de cuidados em saúde. 2009;3 (3):1-10.
- MCATAMNEY, L.; CORLETT, N. **Rula: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders**. “Applied Ergonomics”. 24 ed. London, 1993.
- MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V. **Soldagem I. Introdução aos processos de soldagem**. Disponível em: <<http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/processo.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, Normas regulamentadoras: **NR 15 – máquinas e equipamentos**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em: 02 ago. 2015.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 1990. **Ergonomics program management guidelines for meatpacking plants. OSHA 31223**. Departamento de trabalho, Washington, DC.

PASCHOARELLI, L.C.; MENEZES, MS., (org.) **Design e ergonomia: aspectos tecnológicos**, São Paulo, 2009. 279p. Disponível em:<<http://www.books.scielo.org>>. Acesso em: 22 out. 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROMANO, V. F. Robótica Industrial – Aplicação na indústria de manufatura e processos. Edgard Blücher, 1ª ed., 2002.

SHARMA, A.; MOODY, P. E. **A máquina perfeita**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

SHIDA, G. J.; BENTO, P. E. G. **Métodos e Ferramentas ergonômicas que auxiliam na análise nas situações de trabalho** In VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2012.

SILVA, Claudio Roberto de Carvalho. **Constrangimentos posturais em ergonomia. Uma análise da atividade do endodontista a partir de métodos de avaliação**. 2001. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

STANTON, N. **Handbook of human factors and ergonomics methods**. CRC Press, 2005.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A.; FINE, L. J. **Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks**. Ergonomics, v.36, n.7, 1993.

WILSON, J. R.; CORLETT, E. N. **Evaluation of human work: a practical ergonomics**. 2005.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: método e técnica**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.