



**FACULDADE HORIZONTINA**

**DOUGLAS HARTMANN**

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

**HORIZONTINA**

**2016**

**FACULDADE HORIZONTINA**  
**Curso de Engenharia Mecânica**

**DOUGLAS HARTMANN**

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

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

**ORIENTADOR:** Charles Mateus Weschenfelder, Especialista.

**HORIZONTINA-RS**

**2016**



**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

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

**“Análise ergonômica da soldagem do produto lança em uma indústria do setor metal  
mecânica”**

**Elaborada por:**

**Douglas Hartmann**

**Aprovado em: 22/11/2016  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Especialista Charles Mateus Weschenfelder  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Mestra Marlene Bieger  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Especialista Ricardo Munhoz  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**HORIZONTINA- RS  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha esposa Angélica e meus filhos Andressa e Davi, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e auxiliando ao longo dessa jornada.

## **AGRADECIMENTO**

A realização deste trabalho só foi possível devido ao apoio dos meus pais, amigos, professores e colegas. É com enorme carinho e consideração que agradeço:

Ao orientador Prof. Charles Mateus Weschenfelder pela atenção e conhecimento transmitido durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus pais Jairo Adelar Hartmann e Marli de Fátima Almeida da Silva Hartmann pelo carinho e incentivo durante todos os momentos de minha vida.

A minha esposa Angélica Simone Nieswald Hartmann pelo carinho, afeto e compreensão nos momentos de dificuldade e em toda essa caminhada.

Aos meus filhos Andressa Alessandra Hartmann e Davi Alessandro Hartmann pela compreensão dos momentos passados longe do aconchego do lar.

Aos meus amigos pelos momentos de descontração, fundamentais para aliviar a pressão e revigorar as energias necessárias para enfrentar a jornada.

Aos meus colegas pelo apoio e companheirismo despendido ao longo desses anos, realizando as atividades e estudos juntos para que todos possamos completar mais essa etapa.

"Não sou obrigado a vencer, mas tenho o dever de ser verdadeiro. Não sou obrigado a ter sucesso, mas tenho o dever de corresponder à luz que tenho."

Abraham Lincoln

## RESUMO

Independente do segmento, a ergonomia é importante para todos os trabalhadores, sendo conhecida comumente como estudo científico da relação entre o homem e seus ambientes de trabalho. A ergonomia tem como objetivos básicos possibilitar o conforto ao indivíduo, proporcionar a prevenção de acidentes e do aparecimento de patologias específicas para determinado tipo de trabalho. Merece atenção especial uma boa parte dos problemas de postura que a maioria das pessoas adquire ao longo de suas vidas durante o trabalho, como por exemplo, os esforços repetitivos. No processo de soldagem o operador está predisposto a assumir algumas posturas não convencionais para atender algumas especificações do processo. Porém, devemos nos preocupar em ter um bom ambiente de trabalho, com postos dimensionados para manter os seus trabalhadores de maneira mais ergonomicamente correta possível, pois é nesse local que os trabalhadores permanecem a maior parte de seu dia. No decorrer do trabalho realizou-se a coleta de informações do processo fabril, e aplicou-se as ferramentas de FMEA e BRIEF & BEST para verificar a intensidade e frequência dos movimentos, bem como realizar a priorização dos riscos na atividade. O presente trabalho evidencia a necessidade da realização de análises de riscos de segurança e riscos ergonômicos para que seja possível a prevenção, eliminação e redução das situações mais graves do processo, definindo também, a priorização dos trabalhos de melhoria que devem ser implementados no processo de manufatura.

**Palavras-chave:** Análise Ergonômica. Processo de Soldagem. Priorização de Riscos.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pontuação do BRIEF.....	22
Figura 2: Zona de exposição dos movimentos .....	25
Figura 3: Avaliação BRIEF – Passo 1 .....	33
Figura 4: Avaliação BRIEF – Fatores de risco de mãos e punhos .....	33
Figura 5: Avaliação BRIEF – Fatores de risco dos cotovelos.....	34
Figura 6: Avaliação BRIEF – Fatores de risco dos ombros .....	35
Figura 7: Avaliação BRIEF – Fatores de risco do pescoço.....	36
Figura 8: Avaliação BRIEF – Fatores de risco das costas.....	37
Figura 9: Avaliação BRIEF – Fatores de risco das pernas .....	38
Figura 10: Pontuação gerada do BRIEF transferida para o BEST .....	38
Figura 11: Formulário BEST - Passos 3 ao 07 .....	39
Figura 12: Formulário Best - Passos 8 e 9.....	40
Figura 13: Posição para retirada da peça PC01 .....	42
Figura 14: Posicionamento ao montar peça PC07 .....	43
Figura 15: Posicionamento para soldagem da parte inferior .....	44
Figura 16: Posicionamento para soldagem da parte superior .....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das zonas de exposição dos movimentos .....	26
Quadro 2 – Graduação dos Riscos.....	29
Quadro 3 – Severidade do Risco. ....	30
Quadro 4 – Exemplo de Avaliação de Risco.....	32
Quadro 5 – Fatores de conversão da pontuação BRIEF.....	39
Quadro 6 – Resultados da avaliação ergonômica BRIEF & BEST.....	41
Quadro 7 – Fatores de risco.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentil de Exposição do Operador.....	29
Tabela 2 – Probabilidade do Risco .....	30
Tabela 3 – Peso das peças componentes do produto lança.....	31

## LISTA DE SIGLAS

NR	Norma Regulamentadora
MIG	<i>Metal Inert Gás</i>
MAG	<i>Metal Active Gás</i>
kg	Quilograma
cm	Centímetro
mm	Milímetro

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 TEMA .....	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.4 JUSTIFICATIVA.....	14
1.5 OBJETIVO GERAL.....	14
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1. MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO.....	17
2.1.1. NIOSH – Instituto Nacional para Segurança e Saúde Ocupacional.....	17
2.1.2. EWAS – Sistema para Análises Ergonômicas de Posto de Trabalho .....	18
2.1.3. OWAS – Sistema de Análises Posturais do Trabalho .....	19
2.1.4. RULA – Avaliação Rápida de Membros Superiores .....	19
2.1.5. REBA – Avaliação Rápida de Corpo Inteiro.....	20
2.1.6. BRIEF & BEST.....	20
2.2. FMEA – ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS.....	23
2.3. PROCESSO DE SOLDA ARCO ELÉTRICO.....	23
2.4. ERGONOMIA NO PROCESSO DE SOLDAGEM .....	24
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
3.1. ANÁLISES DOS RISCOS OCUPACIONAIS .....	27
3.2. AVALIAÇÃO, MENSURAMENTO E GRADUAÇÃO DOS RISCOS .....	28
<b>4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>31</b>
4.1. COLETA DE DADOS .....	31
4.2. O ESTUDO DE CASO.....	32
4.3. PROPOSTAS DE MELHORIAS .....	41
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>46</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A ergonomia nos dias de hoje deve andar aliada à lucratividade da empresa, desde o desenvolvimento das ferramentas e postos de trabalho de maneira a se obter a melhor produtividade, bem como proporcionar conforto para o operador. Desta forma consegue-se diminuir os efeitos causados pela fadiga e esforços repetitivos, aos quais os trabalhadores estão expostos no dia-a-dia, além de minimizar os riscos de doenças ocupacionais. Aumentando o bem-estar dos colaboradores, as empresas conseguem um aumento da produtividade destes.

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), a Ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência do trabalho. Seguindo esta perspectiva, possuímos atualmente a ergonomia como fundamental para a concepção de um ambiente ocupacional seguro.

Utilizando técnicas de avaliação ergonômica as atividades realizadas no posto de trabalho, podemos avaliar as condições psicofisiológicas dos trabalhadores. Tendo como principal objetivo de uma análise ergonômica, a determinação dos atores que contribuem para a sobre carga de trabalho da população avaliada (ABRANTES, 2004).

Nas indústrias modernas, a utilização da ergonomia deve iniciar-se desde a definição dos projetos e sistemas, até a efetiva implementação mesmos. Além utiliza-se a ergonomia para melhorar as condições de trabalho já existentes, identificando problemas em situações de trabalhos e propondo melhorias (IIDA, 2005).

O tema deste trabalho é “Análise ergonômica da soldagem do produto lança 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 do produto lanças da plantadeira de grãos. Essa linha de soldagem possui 4 estações de trabalho, desde a soldagem de subconjuntos até o conjunto final, pronto para a pintura.

O produto lança é o elemento de ligação entre a plantadeira de grãos e o trator que traciona essa plantadeira durante seu transporte ou serviço. Geralmente a lança é parafusada no chassi da plantadeira e conectada ao trator por meio de engate rápido, ou furação e pino.

Durante 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).

De acordo com a necessidade da empresa em avaliar os riscos ergonômicos dessa atividade produtiva, o trabalho manteve o foco na aplicação de uma metodologia de análise ergonômica do posto de trabalho de soldagem do produto lança da plantadeira de grãos.

O presente estudo tem como objetivo, a aplicação de um método de análise ergonômica, bem como, propor melhorias ergonômicas nesse processo produtivo. Dessa forma, considerou-se o desenvolvimento de uma pesquisa junto aos soldadores do produto lança para buscar informações e parâmetros para soluções ergonomicamente adequadas, afim de contribuir com a realidade de trabalho desse posto de trabalho.

## 1.1 TEMA

O presente trabalho teve como tema a avaliação ergonômica do processo de soldagem do produto lança da plantadeira de grãos em uma empresa do setor metal mecânica, situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente projeto tem como delimitação do tema a avaliação ergonômica do processo de soldagem do produto lança da plantadeira, observando as atividades de movimentação das peças e posicionamento do soldador durante o processo, em uma indústria do setor metal mecânica, situada na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, durante o período de agosto a novembro de 2016.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O produto lança da plantadeira de grãos possui uma geometria basicamente constituída por tubos e chapas soldadas, dispostas de tal maneira que a geometria do produto se pareça com um “T”, sendo que a posição de soldagem varia bastante em sua altura. Conseguir conciliar a produtividade com o bem-estar do soldador durante a jornada de trabalho, com posições variadas de soldagem, bem como atender os requisitos do processo de soldagem será o desafio deste trabalho.

De posse das informações colhidas junto aos operadores, e informações oriundas de análises ergonômicas e posturais desenvolvidas através da ferramenta BRIEF & BEST, propor melhorias ergonômicas no posto de trabalho do produto lança da plantadeira de grãos.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Em busca de resultados sustentáveis a empresa tem por desafio proporcionar cada vez mais recursos para que seus colaboradores se sintam bem em desempenhar suas atividades. Partindo desse princípio, buscamos realizar este estudo no posto de soldagem do produto lança, visando mapear a situação atual e propor melhorias ergonômicas.

Esse estudo, além de prover melhorias para os colaboradores e para a empresa, também proporciona ao acadêmico aplicar os conceitos e conhecimentos adquiridos ao longo da graduação, no que se refere a melhoria contínua, melhorias no processo de soldagem, ergonomia, segurança, produtividade, qualidade e satisfação dos operadores.

#### 1.5 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo consiste em realizar um diagnóstico das condições de trabalho dos soldadores e apresentar oportunidades para agregar ergonomicamente o processo produtivo nesse posto de trabalho.

Desta forma, realizou-se a pesquisa de alguns métodos para descrever as particularidades de cada técnica de análise ergonômica, entretanto, o foco deu-se nas ferramentas FMEA e BRIEF & BEST, que possuem a finalidade de analisar riscos de acidentes e ergonômicos, bem como priorizá-los.

#### 1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são citados abaixo:

- Aplicar ferramentas de avaliação postural do trabalho, com base em pesquisa dos métodos aplicados à ergonomia;
- Analisar o leiaute, no que tange ao bom fluxo de trabalho no setor de soldagem do produto lança da plantadeira de grãos;
- Verificar se o posto de trabalho atende os requisitos ergonômicos para o desenvolvimento adequado dos processos laborais;

- Propor melhoria no processo de soldagem das lanças que minimizem os impactos que possam advir dos movimentos repetitivos e de postura inadequadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Grandjean (2005), a palavra ergonomia vem do grego: ergon = trabalho e nomos = leis ou normas. Desse modo, a ergonomia é definida como a ciência da configuração do trabalho adaptada as condições humanas.

Segundo a Norma Regulamentadora 17 - (NR17), direcionada ao tema ergonomia, na qual visa proporcionar ao trabalhador condições de trabalho com o máximo de conforto, segurança e eficiência em seu desempenho, o empregador deve realizar a análise ergonômica dos locais de trabalho, devendo abordar as condições trabalhistas estabelecidas na norma regulamentadora conforme descrito abaixo:

17.6.3. Nas atividades que exijam sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores e inferiores e a partir da análise ergonômica do trabalho, deve ser observado o seguinte:

- a) Todo e qualquer sistema de avaliação de desempenho para efeito de remuneração e vantagens de qualquer espécie deve levar em consideração as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores;
- b) Devem ser incluídas pausas para descanso;
- c) Quando do retorno do trabalho, após qualquer tipo de afastamento igual ou superior a 15 (quinze) dias, a exigência de produção deverá permitir um retorno gradativo aos níveis de produção vigentes na época anterior ao afastamento. (MINISTÉRIO DO TRABALHO, NR-17, 1978)

Os efeitos da ergonomia sempre acompanharam o homem em suas atividades, tornando-as mais leves, eficientes e confortáveis. Porém, somente afirmou-se como ciência em meados do século XX. Em 12 de julho de 1949, um grupo de cientistas e pesquisadores reuniu-se na Inglaterra para discutir e formalizar a existência de uma nova área de aplicação interdisciplinar da ciência: a Ergonomia (IIDA, 2005).

A ergonomia estuda vários aspectos: a postura e os movimentos corporais sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas, fatores ambientais como ruídos, vibrações, iluminação, clima e agentes químicos, as informações captadas pela visão, audição e outros sentidos, a relação entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas. A conjugação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana (IIDA, 2005).

De acordo com Iida (2005), para atingir o seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho e outros fatores importantes para o projeto como:

- O homem - Características físicas, fisiológicas e sociais do trabalhador, além da influência do sexo, idade, treinamento e motivação;

- Máquina - Entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, as ferramentas, os mobiliários e as instalações;
- Ambiente - Estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros;
- Informação - Refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões;
- Organização – É a conjugação dos elementos, acima citados, no sistema produtivo, estudando aspectos como horários e turnos de trabalho e a formação de equipes;
- Consequências do trabalho – Neste tópico somam-se as informações de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e stress.

## 2.1. MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

Atualmente, existem inúmeros métodos e ferramentas que facilitam a identificação de situações que prejudicam a saúde e o bom desempenho do trabalhador no seu local de trabalho, sejam elas posturais, organizacionais ou ambientais. As ferramentas de análises ergonômicas do trabalho estão centradas na análise das atividades, fundamentadas no estudo de situações de trabalho, buscando a adaptação do trabalho ao homem e direcionando sua atenção para os determinantes de uma situação de trabalho específica, buscando a sua transformação positivamente (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

Para Iida (2005), a descrição da tarefa abrange aspectos envolvendo o objetivo desta, o operador, as características técnicas, as aplicações, as condições operacionais e as condições ambientais.

### 2.1.1. NIOSH – Instituto Nacional para Segurança e Saúde Ocupacional

O NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) publicou em 1981, um informe técnico intitulado Guia Prático para Trabalhos com Levantamento Manual (*Work Practices Guides for Manual Lifting*) revisado, posteriormente, em 1991. Este manual tinha como objetivo prevenir ou reduzir a ocorrência de dores causadas por levantamento manual

de cargas e para isso foi desenvolvida uma equação (Equação de NIOSH) para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas (IIDA, 2005).

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

De acordo com Colombini (2005), no estudo das condições de trabalho, muitas vezes nos deparamos com situações onde há a necessidade de quantificar uma situação de trabalho analisada. Este é um ponto crucial, uma vez que a maior parte das análises parte do conceito qualitativo. A equação de NIOSH é uma ferramenta que permite este tipo de análise quantitativa e seus resultados são bem aceitos em vários países.

Com a aplicação da NIOSH, os analistas conseguem 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 (IIDA, 2005).

### **2.1.2. EWAS – Sistema para Análises Ergonômicas de Posto de Trabalho**

O EWA (*Ergonomic Workplace for Analysis System*) é um manual desenvolvido pelo Instituto de Saúde Ocupacional da Finlândia (*Finnish Institute of Occupational Health - FIOH*), esta é uma ferramenta que auxilia no entendimento de diversas situações do ambiente de trabalho (COLOMBINI, 2005).

Por possuir uma estrutura sistemática, pode ser utilizado para verificar a qualidade das melhorias feitas em um posto de trabalho ou nas tarefas. Ainda permite realizar comparações de diferentes postos de trabalho com o mesmo tipo de atividade e também fornece material informativo sobre o posto de trabalho, servindo como arquivo de informações (COLOMBINI, 2005).

De acordo com Iida (2005), o seu desenvolvimento 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.

Para o EWA ser utilizado, uma descrição sistemática e cuidadosa das tarefas ou dos postos de trabalho deve ser realizada, e para se obter as informações necessárias aplicam-se questionários (*check-lists*) e realizam-se observações no local (IIDA, 2005).

### **2.1.3. OWAS – Sistema de Análises Posturais do Trabalho**

A OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) é uma ferramenta prática para análise de posturas, que foi criada pela OVAKO OY, uma indústria finlandesa especializada na fabricação de produtos de aço, em conjunto com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional. Os autores Osmo Karhu, Pekka Kansu e Liikka Kuorinka o publicaram em 1977, na revista *Ergonomia Aplicada (Applied Ergonomics)*, intitulado “Correções das posturas de trabalho na indústria: Um método prático para análise” (ERGONAUTAS, 2014)

Através das análises fotográficas das principais posturas vivenciadas na indústria onde trabalhavam, os autores chegaram a 72 posturas típicas, que resultaram de diferentes combinações das posturas das costas (04 posições), braços (03 posições) e pernas (07 posições). A seguir, foram feitas mais de 36.340 observações, em 52 tarefas típicas da indústria para testar o método. Diferentes analistas treinados, observando o mesmo trabalho, fizeram registros com 93% de concordância, em média (IIDA, 2005).

### **2.1.4. RULA – Avaliação Rápida de Membros Superiores**

O Método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) é um instrumento de fácil aplicação, que permite obter uma avaliação da sobrecarga biomecânica dos membros superiores e do pescoço em uma tarefa ocupacional. O método foi desenvolvido por Lynn Mc Atamney e Nigel Corlett do Instituto de Ergonomia Ocupacional da Universidade de Nottingham, e publicado em 1993, na revista científica *Ergonomia Aplicada (Applied Ergonomics)*. O resultado esperado quando se aplica este método é de identificar a necessidade de uma análise mais profunda do risco com outros métodos, portanto é um instrumento de investigação genérica como o de outros *check lists* (ERGONAUTAS, 2014).

Iida (2005) menciona que a aplicação do método se inicia com a observação da atividade do trabalhador durante vários ciclos de trabalho. A partir desta observação, o executor da análise deve selecionar as posturas mais significantes.

### **2.1.5. REBA – Avaliação Rápida de Corpo Inteiro**

O método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) foi desenvolvido por Hignett and McAtamney (2000) para estimar o risco de desordens corporais a que os trabalhadores estão expostos. As técnicas utilizadas para realizar uma análise postural têm duas características que são a sensibilidade e a generalidade. Uma alta generalidade quer dizer que é aplicável em muitos casos, mas, provavelmente, tenha uma baixa sensibilidade. Isto demonstra que os resultados obtidos podem ser pobres em detalhes, porém as técnicas com alta sensibilidade, onde é necessária uma informação muito precisa sobre os parâmetros específicos que se medem, parece ter uma aplicação bastante limitada (COLOMBINI, 2005).

Esta ferramenta avalia a quantidade de posturas forçadas nas tarefas onde são envolvidas pessoas ou qualquer tipo de carga animada, apresentando grande similaridade com o método RULA. Este método inclui fatores de carga posturais dinâmicos e estáticos na interação pessoa-carga e um conceito denominado de “a gravidade assistida” para a manutenção da postura dos membros superiores, isso quer dizer que é obtida a ajuda da gravidade para manter a postura do braço, onde é mais custoso manter o braço levantado do que tê-lo pendurado para baixo. Foi concebido inicialmente para ser aplicado nas análises de posturas forçadas, adotadas pelos profissionais da área médica e hospitalar, como auxiliares de enfermagem, fisioterapeutas, etc, (COLOMBINI, 2005).

### **2.1.6. BRIEF & BEST**

As ferramentas BRIEF - Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos (*Baseline Risks Identification Ergonomics Factors*) e BEST Técnica de Pontuação da Exposição BRIEF (*BRIEF Expousure Scoring Technique*) são ferramentas desenvolvidas para avaliações ergonômicas. O BRIEF consiste em identificar os fatores de risco para a operação dos colaboradores em seu ambiente laboral, identificando frequências, posições, posturas e pontuando quanto à classe de risco (HUMANTECH, 2002).

Na planilha 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 (HUMANTECH, 2002)

Essa ferramenta usa um sistema de classificação bem estruturada e formalizada para identificar, durante a atividade, o risco ergonômico específico para cada parte do corpo, segundo Humantech (2002). Sendo estas:

- Mãos (*hands*);
- Pulsos (*wrists*);
- Cotovelos (*elbows*);
- Ombros (*shoulders*);
- Pernas (*legs*);
- Costas (*back*).
- Pescoço (*neck*);

O BRIEF também avalia algumas condições físicas que causam desconforto e fadigas musculares aos trabalhadores, como:

- Vibração (*vibration*);
- Temperaturas (*temperatures*);
- Compressão de tecidos moles (*soft tissue compression*);
- Impactos (*impact stress*);
- Dificuldades com luvas (*glove issues*).

Para Humantech (2002) o BRIEF é projetado para analisar um trabalho com atividades específicas e repetitivas ao longo do ciclo. Realizando uma avaliação de riscos de postura. Sendo que postura e força são consideradas os riscos mais significativos, e a sua duração e frequência podem aumentar o risco que apresenta.

Durante a realização da análise é de suma importância prestar atenção nas posturas e forças aplicadas durante o processo produtivo realizado pelo funcionário, observando pescoço, costas, pernas, cotovelos, ombros, mãos e pulsos. De acordo com Humantech (2002) após analisar as posturas realizadas na atividade avaliar a frequência em que ela acontece e a duração da mesma

A frequência é definida para Humantech (2002) como a repetição dos esforços. Já duração é o tempo em que o operador realiza os esforços.

Após os riscos serem identificados no BRIEF determinar-se a pontuação para cada área do corpo, realizando o somatório do número de caixas marcadas. Como mostra na Figura 1, após colocar no formulário a postura identificada e sua frequência e duração, ele te dará uma pontuação entre baixo, médio e alto risco.

Figura 1 – Pontuação do BRIEF

Pescoço	
<b>2a.</b>	
Postura	<input checked="" type="checkbox"/>
Força	$\geq 2 \text{ lb (0.9 kg)}$ <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	
Duração	$\geq 10 \text{ sec.}$ <input type="checkbox"/>
Frequência	$\geq 2/\text{min.}$ <input checked="" type="checkbox"/>
Pontuação	<b>2</b>
Class. Risco	A (M) B

Pontuação do sistema Brief		
<b>Risco Baixo</b> Pontuação: 1 Postura ou força somente	<b>Risco Médio</b> Pontuação: 2 Postura ou força + 1	<b>Risco Alto</b> Pontuação: 3 ou 4 Postura ou força + muitos

**Aumento do Risco Ergonômico**

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Já o formulário BEST para Humantech (2002) utiliza as informações resultantes da avaliação do BRIEF, sendo que os resultados dos riscos devem ser transcritos para o formulário BEST, determinando assim o fator de conversão para cada parte do corpo e acrescentado os estressores físicos, a fim de calcular a pontuação do perigo na atividade. Ela determina uma pontuação de risco da atividade ou trabalho analisado. É necessário finalizar a avaliação do BRIEF para partir para o formulário do BEST.

## 2.2. FMEA – ANÁLISE DE MODOS DE FALHAS E EFEITOS

A ferramenta FMEA (*failure mode and effect analysis*) consiste em detectar possíveis falhas e avaliar seus efeitos no projeto/processo. A partir dessas possíveis falhas, identificam-se as ações que devem ser tomadas para eliminar ou reduzir a probabilidade de que as mesmas ocorram. Essas ações também têm por objetivo aumentar a probabilidade de detecção dessas falhas, para que o produto com alguma inconformidade não chegue ao cliente (AMIGO, 2012)

Para Amigo (2012) existem quatro tipos de FMEA, que é o FMEA de design, onde são consideradas as falhas que pode ocorrer com algum determinado produto dentro de suas especificações do projeto/produto. O FMEA de processos, onde são consideradas as falhas no planejamento dos processos e na sua execução. O objetivo principal é evitar as possíveis falhas.

O FMEA de sistemas para Toledo e Amaral (2016) é onde foca nos modos de falha entre as funções do sistema. Já o FMEA de serviços é analisado os sistemas, identificando as tarefas críticas e eliminando gargalos no processo, antes que o mesmo chegue ao consumidor.

## 2.3. PROCESSO DE SOLDA ARCO ELÉTRICO

Esse processo de soldagem é baseado na formação de um arco elétrico entre a peça e um eletrodo maciço no consumível, continuamente alimentado. A poça de fusão assim formada, é protegida por um gás, ou mistura de gases, daí se originam as duas denominações “MIG – *Metal Inert Gas*”, ou “MAG – *Metal Active Gas*” (MACHADO, 1996).

A soldagem pode ser realizada de forma semiautomática, ou automática, possuindo excelentes características para robotização, devido ao fato de que o mesmo, quando adequadamente ajustado, pode soldar em todas as posições com ótima estabilidade do arco.

O processo MIG/MAG é hoje empregado desde pequenas empresas, até naquelas responsáveis por grandes produções e/ou alta qualidade aplicada no processo de soldagem. Esta flexibilidade se alia aos seguintes fatores:

- O metal de solda é depositado com baixo conteúdo de hidrogênio, elemento o qual é um dos responsáveis pela trinca induzida por hidrogênio nos aços;
- Maior taxa de deposição e fator de operação, quando comparado com eletrodo revestido;
- Facilidade de operação;

- Conveniência para robotização.

Os arames (eletrodos) utilizados são geralmente disponíveis em diâmetros de 0,8-1,0-1,2 e 1,6 mm, existindo bitolas para a soldagem de praticamente todas as ligas ferrosas e muitas não-ferrosas, notavelmente alumínio e cobre, além daquelas mais reativas, como titânio.

Os gases de proteção geralmente empregados são o argônio, hélio, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio e dióxido de carbono, utilizados individualmente, ou em misturas.

#### 2.4. ERGONOMIA NO PROCESSO DE SOLDAGEM

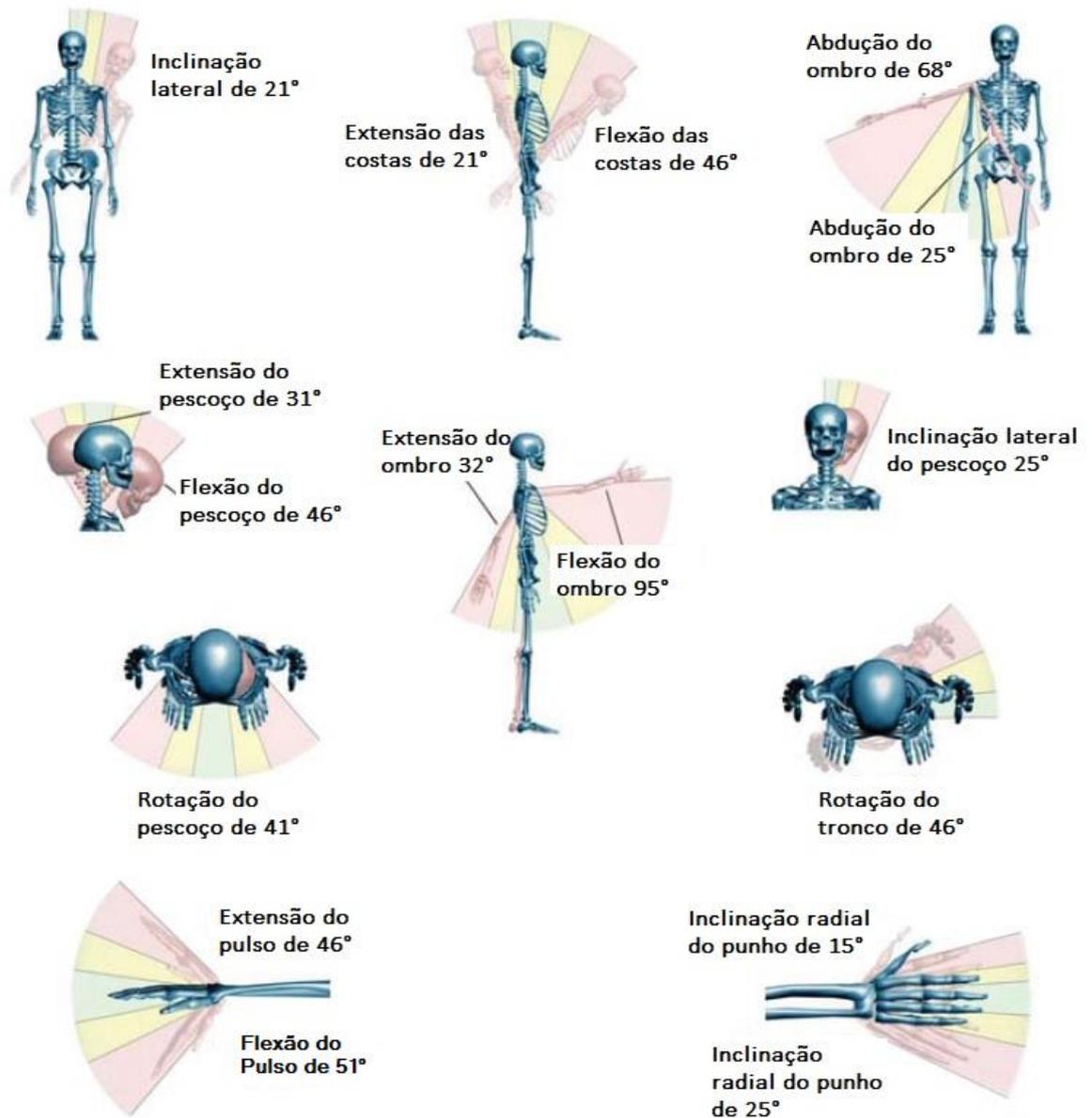
A soldagem é classificada com destaque entre os processos de união dos materiais, pois pode ser amplamente empregada e pode envolver grande volume de atividades (MACHADO, 1996).

Segundo Fuhr (2012), 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.

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).

Para Weschenfelder (2016) O corpo humano tem uma taxa natural de movimento. Movimentos estes que promovem uma circulação sanguínea e flexibilidade as quais promovem mais conforto e maior produtividade. Apesar da necessidade de movimentação corporal, os trabalhadores devem evitar os trabalhos repetitivos em excesso.

Figura 2 – Zona de exposição dos movimentos



**Fonte:** Weschenfelder, 2016, p. 19 *apud* International Journal of Industrial Ergonomics, v. 21, n. 1, p. 11-21, 1998.

“Considerando a taxa natural de movimento e os trabalhos repetitivos, os processos devem ser desenhados para que os operadores possam aperfeiçoar sua força de trabalho evitando a fadiga e problemas musculares.” (WESCHENFELDER, 2016, p. 18).

Existem quatro diferentes zonas de trabalho durante a realização de atividades, como mostra na Figura 2, e no Quadro 1, apresenta a classificação das zonas de exposição dos movimentos.

- Zona 0: Zona preferida para a maioria dos movimentos. Coloca pouco ou nenhum estresse sobre a musculatura e juntas;
- Zona 01: Zona de boa condição para grande parte dos movimentos, também colocando pouco esforço sobre a musculatura e juntas;
- Zona 02: Posições mais extremas para o corpo, colocando mais estresse sobre os membros, músculos e juntas;
- Zona 03: Posições mais extremas para os membros devem ser sempre evitadas que possíveis ou expostas ao menor período de tempo necessário, especialmente quando se tratam de atividades repetitivas ou com grande manipulação de carga.

Quadro 1 - Classificação das zonas de exposição dos movimentos

Cor	Zona	Exposição Ideal	Risco
Verde	0	Contínua	Nenhum
Amarelo	1	Regular	Pouco
Vermelho	2	Pouca	Médio
Após Vermelho	3	Nenhuma	Alto

**Fonte:** Adaptado de Weschenfelder, 2016, p. 19.

### 3 METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido a partir do método de análise dos riscos de segurança e riscos ergonômicos no ambiente de trabalho. O método desenvolvido foi utilizado no estudo de caso em um processo de manufatura, na linha de soldagem do produto lança da plantadeira de grãos.

O estudo de caso foi realizado através de observação das instruções de trabalho do operador, filmagem de atividades realizadas e diretamente nos postos de trabalho, com o objetivo de identificar riscos de segurança e ergonômicos no posto de trabalho, bem como identificar fatores de risco ocupacionais.

Foram realizadas entrevistas com os operadores com o intuito de coletar informações sobre a situação percebida por estes no seu posto de trabalho.

Tomando em conta as informações obtidas realizou observações no intuito de verificar as condições do posto de trabalho sob a ótica das medidas de segurança, seguindo a norma regulamentadora NR17. Os resultados obtidos serviram de base para a formulação do diagnóstico verificado na empresa e a partir deste, foram propostas ações para melhoria do posto em análise.

#### 3.1. ANÁLISES DOS RISCOS OCUPACIONAIS

Análise de riscos ocupacionais é um método de análise de perigos e riscos que consiste em identificar acontecimentos inseguros, causas e resultados e determinar meios de controle, podendo ser realizada de forma preliminar ou de atividades correntes. Num número relevante de acontecimentos é suficiente para determinar procedimentos de controle de riscos. Durante a fase de concepção ou desenvolvimento de um novo sistema é importante realizar uma análise preliminar dos riscos do processo com o objetivo de se determinar os riscos que poderão estar presentes na sua fase operacional. A análise de riscos tem sido utilizada nas mais variadas áreas e situações. No entanto sua maior contribuição é na gestão de riscos.

O objetivo da análise é definir os riscos e as medidas preventivas antes ou durante a atividade operacional. Utilizando como metodologia a revisão geral de aspectos de segurança, através de um formato padrão, levantando as causas e efeitos de cada risco, medidas e prevenção ou correção e categorização dos riscos.

Segundo Amorim (2010), a elaboração da análise de riscos de segurança e riscos ergonômicos deve passar por algumas etapas básicas:

- a) Revisão de problemas conhecidos: a busca por analogias ou similaridades com outros sistemas;
- b) Revisão da missão a que se destina: atentar aos objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema;
- c) Determinação dos riscos principais: apontar os riscos com potencialidade para causar lesões diretas imediatas, perda de função, danos a equipamentos e perda de materiais;
- d) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos: investigar os meios possíveis de eliminação e controle de riscos, para estabelecer as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema;
- e) Analisar os métodos de restrição de danos: encontrar métodos possíveis e eficientes para a limitação dos danos gerados pela perda de controle sobre os riscos;
- f) Indicação de quem levará as ações corretivas e/ou preventivas: Indicar responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.

Para Amorim (2010), os resultados obtidos a partir da análise devem ser registrados separadamente, para que cada etapa do processo apresente os perigos correspondentes, suas causas, os modos de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência, severidade e risco, as medidas corretivas e preventivas e o número do cenário.

### 3.2. AVALIAÇÃO, MENSURAMENTO E GRADUAÇÃO DOS RISCOS

A avaliação, medição e graduação dos riscos ocorre pelo mapeamento dos processos envolvidos na área analisada, e a partir deste mapeamento listarmos e mensurarmos os riscos encontrados em cada operação do processo, independentemente de sua severidade ou controle existente.

Para o presente estudo foi desenvolvida uma planilha de FMEA específica para identificar os riscos ergonômicos conhecidos e potenciais, e com o auxílio do Grau de Risco priorizar os riscos que serão trabalhados, conforme o Quadro 2. Obtemos essa classificação através da multiplicação de três variáveis, a exposição, a probabilidade e a severidade.

Quadro 1 - Graduação dos Riscos

Atividade	Descrição do Risco	Efeito	Exposição ( 1 - 5 )	Probabilidade ( 1 - 5 )	Severidade ( 1 - 5 )	Grau de Risco
Exemplo 1	Exemplo 1	Exemplo 1	2	2	2	<b>8</b>
Exemplo 2	Exemplo 2	Exemplo 2	3	2	3	<b>18</b>
Menor Grau	Menor Grau	Menor Grau	1	1	1	<b>1</b>
Maior Grau	Maior Grau	Maior Grau	5	4	5	<b>100</b>

**Fonte:** Autor, 2016.

O tempo de exposição dos trabalhadores a um determinado risco está diretamente relacionada com a probabilidade de ocorrência desse sinistro, sendo que é mensurada através da sua exposição diária, conforme descrição da tabela de classificação ao tempo de exposição, apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Percentil de Exposição do Operador

Percentil de exposição do operador durante um turno de trabalho	Graduação da Exposição
Até 10%	1
Até 25%	2
Até 50%	3
Até 75%	4
Até 100%	5

**Fonte:** Autor, 2016.

A probabilidade de ocorrência deverá ser anotada o índice qualitativo representativo de ocorrer o perigo correspondente, considerando os controles existentes e praticados. A Tabela 2 apresenta as categorias de probabilidade a serem adotadas para o preenchimento do campo probabilidade.

Tabela 2 - Probabilidade do Risco

Probabilidade de ocorrência do risco	Graduação da Probabilidade
--------------------------------------	----------------------------

Impossível	1
Remota	2
Provável	3
Frequente	4
Muito provável	5

**Fonte:** Autor, 2016.

No Quadro 3, pode ser verificado como será considerado na avaliação do risco, a severidade que este representa para o trabalhador. Ele representa numericamente o grau de gravidade caso o risco analisado ocorra.

Quadro 3 - Severidade do Risco

<b>Severidade</b>	<b>Característica</b>	<b>Lesão</b>	<b>Graduação</b>
Desprezível	Sem danos aos funcionários	Desconforto	1
Marginal	Lesões leves aos funcionários	Intervenção	2
Crítica	Lesões com gravidade moderada aos funcionários.	Sem afastamento	3
Muito Crítica	Lesões de proporção aos funcionários causando afastamento do trabalho.	Afastamento	4
Catastrófica	Provoca mortes ou lesões graves aos funcionários	Morte	5

**Fonte:** Autor, 2016.

## 4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Com o avanço tecnológico da indústria devido a abertura, acesso à renovação e estudos de novas tecnologias, percebe-se a necessidade de despender recursos para cuidar da segurança e a ergonomia dos funcionários. Neste trabalho desenvolve-se uma metodologia do tipo FMEA, descrita no capítulo 3, Metodologia, para identificar os riscos que devem ser priorizados na linha de soldagem do produto lança da plantadeira. A metodologia utilizada para avaliação da criticidade dos riscos ergonômicos dos trabalhadores baseou-se na ferramenta BRIEF & BEST, tendo em vista que ela trata detalhadamente as partes do corpo sujeitas a injúrias decorrentes de postura inadequadas ou esforços em demasia.

### 4.1. COLETA DE DADOS

Para realização deste estudo foi realizada a filmagem de todo o processo de soldagem do produto lança da plantadeira de grãos, nas dependências de uma empresa do setor metal mecânica. Também foram realizadas as medições de alturas de pega das peças a serem movimentadas e localização dos cordões de solda, afim de avaliar a postura do soldador.

Para analisar o esforço físico realizado pelo operador foi realizado o levantamento do peso das peças que fazem parte do produto lança, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3– Peso das peças componentes do produto lança

Código da Peça	Peso (kg)
PC01	9,6
PC02	0,4
PC03	29,4
PC04	4,3
PC05	1,9
PC06	0,7
PC07	29,1
PC08	3,3
PC09	3,3
PC10	0,3
PC11	1,0

Fonte: Autor, 2016.

#### 4.2. O ESTUDO DE CASO

Após realizar o levantamento de informações sobre o processo de soldagem, área de trabalho, formas de manuseio das peças e seus pesos, foi realizada uma priorização dos riscos, utilizando uma ferramenta de FMEA para avaliar os riscos e seus efeitos sobre os soldadores, atribuindo valores para a exposição, probabilidade e severidade do mesmo.

O Quadro 4 mostra os resultados da avaliação de riscos nesse de uma as atividades realizadas nesse posto de trabalho, utilizando a metodologia de FMEA, onde avaliamos os riscos ergonômicos em função da exposição do operador, da probabilidade de ocorrência e a severidade do risco.

Quadro 4 – Exemplo de Avaliação de Risco

Atividade	Descrição do Risco	Efeito	Exposição ( 1 - 5 )	Probabilidade ( 1 - 5 )	Severidade ( 1 - 5 )	Grau de Risco
Pegar a peça PC01 da embalagem e posicionar no dispositivo	Operador fica curvado para pegar a peça	Danos a musculatura lombar ou coluna cervical	1	3	3	<b>9</b>

**Fonte:** Autor, 2016.

Da mesma forma, para realizar as avaliações ergonômicas, precisamos entender como se aplica a ferramenta BRIEF & BEST da Humantech (2002). A ferramenta se divide em dois formulários, onde no primeiro, que é o BRIEF, são inseridas as informações de posturas, força que ela é executada, a duração, e a frequência da mesma. Após o preenchimento do formulário BRIEF, algumas informações são passadas para o formulário BEST.

Para exemplificar o preenchimento dos formulários BRIEF & BEST, nesse trabalho será detalhado a análise realizada na movimentação da peça PC01, sendo esta a primeira operação realizada neste posto de trabalho. A peça em questão tem um peso de 9,6 kg, e sua movimentação é realizada de forma manual, por um operador.

Como primeiro passo, tanto no formulário do BRIEF, quanto no formulário dos BEST se faz necessário o preenchimento de um cabeçalho com informações para identificação do processo que está sendo avaliado. Estas informações são nome do trabalho (*job name*), local

(*site*), estação (*station*), data (*date*), departamento (*dept.*), turno (*shift*) e o produto (*product*) como mostra na Figura 3.

Figura 3 – Avaliação BRIEF – Passo 1

<b>Step 1</b> Complete Job Information	Job Name: <u>Movimentar PC01</u>	Site: <u>Soldagem da Lança</u>	Station: <u>Estação 1</u>
	Date: <u>12/09/16</u>	Dept: <u>Solda</u>	Shift: <u>Normal</u>
	Product: <u>Lança da Plantadeira</u>		

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Após o preenchimento das informações do cabeçalho da planilha, Na Figura 4 apresenta-se a análise ergonômica aplicada em detalhes para os fatores de risco mãos (*hands*) e punhos (*wrists*) na atividade de movimentação do item PC01 da embalagem onde essa peça está armazenada até a montagem no dispositivo de solda.

Figura 4 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco de mãos e punhos

<b>Step 2</b>		<b>Hands and Wrists</b>	
<b>Identify Risks</b>		 	
2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed.		Flexed $\geq 45^\circ$ Ulnar Deviation	
2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.		 	
		Extended $\geq 45^\circ$ Radial Deviation	
		Left	Right
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Force</b>	Pinch Grip or Finger Press $\geq 2$ lb (0.9 kg), or Power Grip $\geq 10$ lb (4.5 kg)	
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>	$\geq 10$ sec. <input type="checkbox"/>	$\geq 10$ sec. <input type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>	$\geq 30$ /min. <input type="checkbox"/>	$\geq 30$ /min. <input type="checkbox"/>
	<b>Score</b>	2	2
	<b>Risk Rating</b>	H <b>M</b> L	H <b>M</b> L

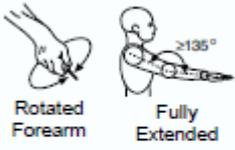
Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Na atividade de movimentação da peça PC01, observaram-se os fatores de risco para a mão e punho, onde estes apresentavam desvio de ulna e ficavam estendidos em 45 graus

(*ulnar deviation; extended*  $\geq 45^\circ$ ), como mostra na Figura. A postura força foi marcada, pois o operador aplicado uma força de aperto (*Power grip*) maior que 4,5 Kg. Já a duração da atividade dos fatores de risco não foi marcada, pois o operador realiza a operação em um tempo menor do que 10 segundos. A frequência da atividade também não foi marcada porque a mesma é inferior a 30 vezes por minuto. Conforme o quadro de pontuação do formulário BRIEF para o fator mão e punho, foi considerada uma atividade de risco médio, tendo uma pontuação 02 para ambas as mãos.

Na Figura 5 apresenta-se a análise ergonômica aplicada em detalhes para o fator de risco cotovelos na atividade de movimentação da peça PC01.

Figura 5 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco dos cotovelos

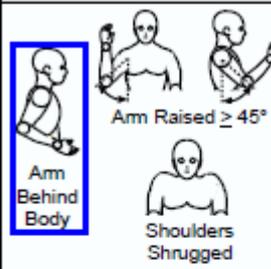
Step 2		Elbows	
<b>Identify Risks</b> ▼ <b>2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed.</b> ▼ <b>2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.</b>			
		Left	Right
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Force</b>	$\geq 10$ lb (4.5 kg) <input type="checkbox"/>	$\geq 10$ lb (4.5 kg) <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>	$\geq 10$ sec. <input checked="" type="checkbox"/>	$\geq 10$ sec. <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>	$\geq 2$ /min. <input checked="" type="checkbox"/>	$\geq 2$ /min. <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Score</b>	0	0
<b>Risk Rating</b>		H M <b>L</b>	H M <b>L</b>

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Para esse fator de risco, não foram observados problemas posturais, em função disso nenhum campo destes foi marcado. Portanto o movimento obteve a pontuação 0, sendo considerado de baixo risco para os cotovelos, conforme a tabela de riscos da ferramenta.

A Figura 6 apresenta-se a análise ergonômica aplicada em detalhes para o fator de risco cotovelos na atividade de movimentação da peça PC01.

Figura 6 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco dos ombros

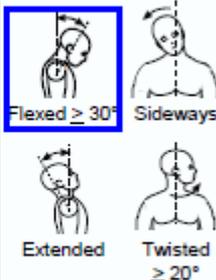
Step 2		Shoulders	
<b>Identify Risks</b> 2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed. 2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.			
		Left	Right
2a.	Posture	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Force	≥ 10 lb (4.5 kg) <input checked="" type="checkbox"/>	≥ 10 lb (4.5 kg) <input checked="" type="checkbox"/>
2b.	Duration	≥ 10 sec. <input type="checkbox"/>	≥ 10 sec. <input type="checkbox"/>
	Frequency	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>
	Score	2	2
Risk Rating		H M L	H M L

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

A partir da observação dessa movimentação, foram identificados os riscos para os ombros (*shoulders*), sendo que o operador fica com os braços atrás do corpo (*Arm Behind Body*), para ambos os ombros. Também o fator de força foi marcado, pois o peso da peça é de 9,6 kg. Sendo assim, no quesito ombros, conforme o quadro de pontuação do formulário BRIEF, esta atividade foi considerada de risco médio, obtendo uma pontuação 02.

A Figura 7 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhes para o fator de risco do pescoço na atividade de movimentação da peça PC01.

Figura 7 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco do pescoço

Step 2		Neck
<b>Identify Risks</b> 2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed. 2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.		
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Force</b>	$\geq 2 \text{ lb (0.9 kg)}$ <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>	$\geq 10 \text{ sec.}$ <input type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>	$\geq 2/\text{min.}$ <input type="checkbox"/>
	<b>Score</b>	1
	<b>Risk Rating</b>	H M <b>L</b>

Fonte: Adaptado a HUMANTECH, 2002.

Nesse item observou apenas um movimento, pescoço flexionado mais que  $30^\circ$  (*Flexed*  $\geq 30^\circ$ ). Nos itens força (*force*), duração (*duration*) e frequência (*frequency*) não foram assinaladas, pois o operador não fica exposto ao limite mínimo descrito. Assim foi classificada como risco baixo com uma pontuação de 01.

A Figura 8 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhes para o fator de risco das costas na atividade de movimentação da peça PC01.

Figura 8 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco das costas

Step 2		Back
<b>Identify Risks</b> ▼ <b>2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed.</b> ▼ <b>2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.</b>		    
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Force</b>	$\geq 25 \text{ lb (11.3 kg)}$ <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>	$\geq 10 \text{ sec.}$ <input type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>	$\geq 2/\text{min.}$ <input type="checkbox"/>
	<b>Score</b>	1
	<b>Risk Rating</b>	H M <b>L</b>

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Nos movimentos realizados durante a atividade, identificou-se dois fatores de risco das costas, a flexão maior que 20 graus (*Flexed >20°*). Os demais campos, força, duração e frequência não foram marcados de acordo com a atividade do operador. Classificando assim como fator de risco baixo tendo uma pontuação 01.

Na Figura 9 mostra a análise ergonômica aplicada em detalhes para o fator de risco das costas na atividade de movimentação da peça PC01.

Figura 9 - Avaliação BRIEF – Fatores de risco das pernas

Step 2		Legs
<b>Identify Risks</b> ▼ 2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed. ▼ 2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.		 Squat  Kneel  Unsupported
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>	<input type="checkbox"/>
	<b>Force</b>	Foot Pedal ≥ 10 lb (4.5 kg) <input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>	≥ 30% of day <input type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>	≥ 2/min. <input type="checkbox"/>
	<b>Score</b>	0
<b>Risk Rating</b>		H M <b>L</b>

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Com relação aos movimentos das pernas não foi identificado nenhum dos fatores de risco durante a execução da atividade do operador. Portanto a pontuação final resultou em 0 e classificada como risco baixo.

Depois de preenchidos todos os campos dos movimentos observados no formulário BRIEF, a pontuação final (Score) de cada parte analisada deve ser passada para o formulário BEST. A Figura10 ilustra o modo que é feito esse preenchimento.

Figura 10 - Pontuação gerada do BRIEF transferida para o BEST

	Hands and Wrists			Elbows			Shoulders			Neck	Back			Legs	
<b>Score</b>	2	2		0	0		2	2		1	1			0	
<b>Risk Rating</b>	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L

↓

Step 2 Transfer BRIEF Scores Transfer scores (0-4) from a completed BRIEF Survey.	Hands and Wrists		Elbows		Shoulders		Neck	Back	Legs
	Left	Right	Left	Right	Left	Right			
	2	2	0	0	2	2	1	1	0

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Com isso, no terceiro passo o formulário do BEST transforma automaticamente a pontuação obtida em cada parte do corpo em fatores de conversão como mostra no Quadro 5.

Quadro 5 - Fatores de conversão da pontuação BRIEF

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

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Portando na Figura 11, mostra as informações inseridas no formulário BEST segundo a avaliação da movimentação da peça PC01, já com os valores ajustados conforma o fator de conversão para cada pontuação. Caso no formulário BRIEF foi observado algum fator estressador, este deve ser sinalizado também no formulário BEST, passo 5 (*step 5*). No campo passo 7 (*step 7*) já será preenchido com o somatório dos fatores de conversão com os fatores estressantes.

Figura 11 – Formulário BEST - Passos 3 ao 07

**Step 2**  
Transfer BRIEF Scores  
Transfer scores (0-4) from a completed BRIEF Survey.

Hands and Wrists		Elbows		Shoulders		Neck	Back	Legs
Left	Right	Left	Right	Left	Right			
2	2	0	0	2	2	1	1	0

**Step 3**  
Determine Conversion Factors

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

**Step 4**  
Add Conversion Factors

14
----

**Step 5**  
Summarize Physical Stressors  
Place a 2 in the box for each physical stressor marked on the BRIEF, and a 0 for each physical stressor not marked.

Vibration	Low Temperatures	Soft Tissue Compression	Impact Stress	Glove Issues
0	0	0	0	2

**Step 6**  
Add Physical Stressor Scores

2
---

**Step 7**  
Calculate Job Risk Factor Score  
(Conversion Factors + Physical Stressor Scores)

16
----

Comments:

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

No oitavo passo (*step 8*) é necessário incluir o tempo de exposição da atividade por semana, como mostra na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a 12. Esta movimentação que está sendo avaliada representa 5 horas de trabalho, somando todas as

movimentações em função da demanda atual de produção. Ao preencher o passo 8 o risco, a pontuação de risco no trabalho (*Job Hazard Score*) é calculada automaticamente. No exemplo em questão, a pontuação final ficou em 12.80, o que representa uma prioridade média (*Medium*).

Figura 12 - Formulário Best - Passos 8 e 9

Time on Task Per Week	Multiplier
> 40 hours	1.25
20 - 40 hours	1.0
4 - 19 hours	0.8
< 4 hours	0.4

**Step 8** X

**Determine Time Exposure Multiplier**

Use the table at left to determine the appropriate multiplier.

0.8

Job Hazard Score	Priority
0 - 9	Low
10 - 29	Medium
30 - 49	High
50+	Very High

**Step 9** =

**Calculate Job Hazard Score**

(Job Risk Factor Score x Time Exposure Multiplier)

12.80

Fonte: Adaptado de HUMANTECH, 2002.

Após realizar todas as avaliações ergonômicas neste posto de trabalho, os valores foram tabelados, conforme mostra o Quadro 6 para que pudéssemos comparar as atividades realizadas nesse posto de trabalho. A orientação é que as atividades com as maiores pontuações sejam priorizadas no momento de definir quais as melhorias que serão trabalhadas.

Quadro 6 – Resultados da avaliação ergonômica BRIEF &amp; BEST

Avaliação Ergonômica							
Descrição da atividade	BRIEF						BEST
	Mãos e Punhos	Cotovelos	Ombros	Pescoço	Costas	Pernas	Fator de Risco
Pegar 1 peça PC01 da embalagem e posicionar no dispositivo	M	B	M	B	B	B	12,8
Pegar 1 peça PC02 e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Soldar o subconjunto PM01	M	B	B	M	B	B	6,8
Descarregar o sob-conjunto PM01 do dispositivo para o IPK	M	B	B	B	B	B	3,2
Pegar o sub-conjunto PM01 do IPK e posicionar no dispositivo	M	B	B	B	B	B	3,2
Pegar a Peça PC03 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 2 peças PC04 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 2 peças PC05 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 4 peças PC06 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Soldar o sub-conjunto PM02	M	B	B	M	B	B	5,6
Pegar 1 peça PC07 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar o sub-conjunto PM02 e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 1 peça PC07 da embalagem e posicionar no dispositivo	M	M	M	B	M	B	21,8
Pegar 1 peça PC08 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 1 peça PC09 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 1 peça PC10 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Pegar 1 peça PC11 da embalagem e posicionar no dispositivo	B	B	B	B	B	B	2,8
Soldar o conjunto final	M	B	B	M	B	B	5,6
Pegar o conjunto final no dispositivo de giro	B	M	B	B	B	B	3,2
Soldar posição 0°	M	B	B	M	B	B	6,2
Soldar posição 90°	M	B	B	M	M	M	31,6
Soldar posição 180°	M	B	A	M	M	B	34,2
Soldar posição 270°	M	B	B	M	B	B	5,6
Remover respingos	M	M	B	B	B	B	6,8
Pegar o conjunto soldado e posicionar no carro de pintura	B	B	B	B	B	B	2,8

Fonte: Autor, 2016.

Analisando-se os resultados das avaliações realizadas no decorrer do estudo de caso, decidiu-se por aplicar somente a metodologia BRIEF & BEST para apresentação dos resultados. Essa decisão deve-se ao fato de necessitar-se de uma análise mais detalhada dos riscos ergonômicos, opções essas oferecidas nos formulários do BRIEF & BEST.

#### 4.3. PROPOSTAS DE MELHORIAS

Levando em consideração as quatro atividades do processo de soldagem do produto lança de plantadeiras que foram classificados com as maiores pontuações, logo, com a maior urgência em ser melhorada, apresentamos algumas propostas para reduzir os riscos ergonômicos neste posto de trabalho.

Na atividade de movimentação da chapa PC01, ficaram evidenciados problemas relacionados a postura para retirada da mesma de sua embalagem para posteriormente ser posicionada no dispositivo de solda. Neste caso, testamos a retirada das peças com a embalagem elevada, e como proposta de melhoria é sugerida a alteração do carro utilizado

como base para esta embalagem, deixando as peças posicionadas na faixa de altura que elimine o risco de lesão nas costas do soldador. A figura 13 mostra a posição de remoção da peça PC01 da embalagem durante a avaliação de riscos.

Figura 13 – Posição para retirada da peça PC01

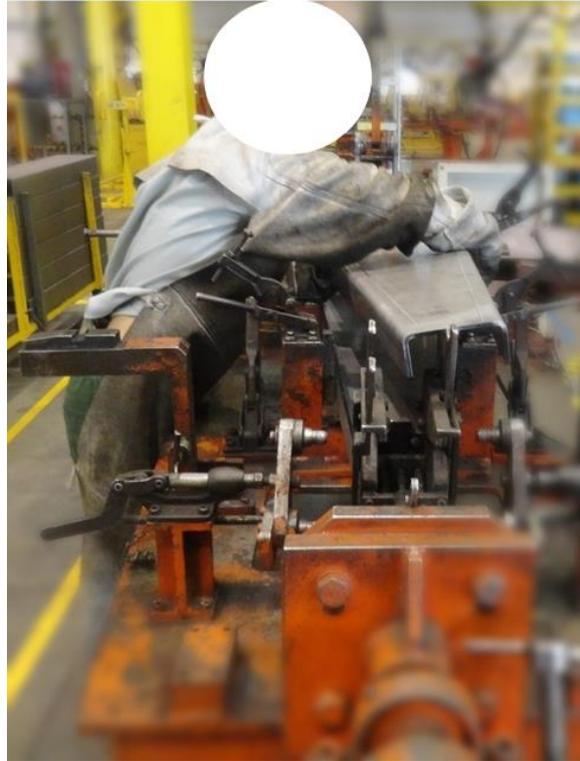


**Fonte:** Autor, 2016.

Outro ponto identificado como crítico foi a montagem da peça PC07 no dispositivo de solda, pois, devido ao sistema de elevação e movimentação desta peça não permitir a perfeita montagem da peça no dispositivo, o operador necessita levantar a peça com as mãos e puxar a mesma para a posição correta, isso após remover o dispositivo de movimentação. Vale ressaltar que a peça PC07 tem um peso de 29,7 kg, a força é exercida com o braço parcialmente estendido, ficando em desacordo com as orientações e recomendações ergonômicas para os postos de trabalho.

Para a movimentação da peça PC07 foi testado um equipamento de elevação existente na empresa, sendo que o dispositivo é composto por uma travessa conectada no gancho da talha elétrica e este possui dois levantadores magnéticos. Os testes com o equipamento foram bastante eficientes, e a área técnica da empresa mostrou interesse em implementar um dispositivo similar ao utilizado nos testes, pois este elimina a necessidade de movimentação manual da peça para posicioná-la no dispositivo de solda. A figura 14 mostra a postura do operador ao realizar a montagem da PC07 manualmente no dispositivo de solda.

Figura 14 – Posicionamento ao montar peça PC07



**Fonte:** Autor, 2016.

O terceiro ponto identificado com risco ergonômico alto é a soldagem final do produto lança da plantadeira de grãos, pois devido a necessidade de atendimento das especificações de solda, que regram a realização dos cordões de solda somente na posição plana e horizontal, se faz necessário o giro do dispositivo de solda. Ao realizar o giro do dispositivo, o produto lança fica com uma das extremidades muito próxima do nível do piso e a outra extremidade fica a uma altura de 1,8 metros.

Para realizar a soldagem das juntas que ficam posicionadas próximo ao nível do piso, conforme ilustrado na Figura 15, foi desenvolvido uma banqueta, para que o soldador realize a operação de soldagem sentado. Desta maneira elimina-se a necessidade de o soldador ficar agachado ou ajoelhado.

Figura 15 – Posicionamento para soldagem da parte inferior



**Fonte:** Autor, 2016.

Para amenizar os riscos ergonômicos ao realizar a soldagem das juntas que ficaram para cima da altura dos ombros, se propõe implementar uma plataforma com dois degraus, elevando o soldador e eliminando a soldagem com os braços acima da altura dos ombros.

Figura 18 – Posicionamento para soldagem da parte superior



**Fonte:** Autor, 2016.

Posteriormente a apresentação das propostas de melhorias, realizou-se novamente a avaliação ergonômica destas tarefas, anteriormente classificadas como prioritárias. No Quadro

7 mostra-se os resultados dos fatores e risco dessas atividades antes e depois das propostas de melhorias, seguindo o BRIEF & BEST, onde observa-se uma redução considerável no resultado final das avaliações,

Quadro 7 – Fatores de risco

Descrição da atividade	Fator de Risco Atual	Fator de Risco Após Melhorias
Pegar 1 peça PC01 da embalagem e posicionar no dispositivo	12.8	9.7
Pegar 1 peça PC07 da embalagem e posicionar no dispositivo	21.8	5.6
Soldar posição 90°	31.6	12.9
Soldar posição 270°	34.2	13.8

Fonte: Autor, 2016.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sempre em busca da melhoria continua e utilizando os conceitos apresentados na revisão bibliográfica, foi possível aprofundar o estudo das ferramentas FMEA e BRIEF & BEST que são utilizados em vários países por engenheiros nas análises ergonômicas dos postos de trabalho, visando o melhor conforto e produtividade dos trabalhadores. Tornando o ambiente agradável e saudável, busca-se a manutenção da produtividade dos colaboradores durante toda a jornada de trabalho.

Por meio da utilização da ferramenta BRIEF & BEST foi possível evidenciar os riscos que muitas vezes passam despercebidos durante o desenvolvimento e manutenção do posto de trabalho. Mostrando por exemplo, que melhorias simples como a elevação da embalagem onde está acondicionada a peça PC01, conseguimos reduzir 23% o fator de risco ergonômico. Da mesma forma, ao implementar-se um dispositivo de elevação e movimentação similar ao utilizado nos testes, conseguimos reduzir em 74% o fator de risco ao montar a peça PC07, pois o operador não mais necessitará elevar a peça e posicioná-la no dispositivo manualmente. Outro resultado interessante, observa-se na soldagem do conjunto final, quando este estiver posicionado a 90° graus em relação ao piso da fábrica. Neste caso com a implementação da banqueta para soldagem das partes na região mais baixa, e a utilização da plataforma para a soldagem das partes mais elevadas, conseguimos observar uma redução de 59% nos riscos ergonômicos existentes durante estas operações de soldagem.

Através da pesquisa, e auxílio dos engenheiros de solda, obtive o conhecimento sobre a obrigatoriedade de realizar a aplicação de solda nas posições plana e horizontal, sob pena de redução da qualidade da junta soldada e possibilidade de surgimento de falhas como trincas, porosidade e falta de fusão do metal de base.

Certamente, a aplicação dessas duas ferramentas ergonômicas proporcionou como resultado principal o entendimento técnico e científico das operações de movimentação e soldagem do produto lança da plantadeira de grãos, proporcionando um melhor conforto e bem-estar dos soldadores desta área. Mediante o presente trabalho realizado, colocaram-se em prática os conhecimentos adquiridos durante a minha formação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2013. **NBR ISO/CIE 8995-1:2013 Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro: ABNT. ISBN 978-85-07-04141-2.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR17. Ergonomia**. Novembro 1990: Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>> Acesso em: 02 de maio 2014.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia, Projeto e Produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- COLOMBINI, Daniela. et al. **Il Método Ocrá Per L'Analisi e La Prevenzione del Rischio da Movimenti Ripetuti**. Milão. Franco Angeli, 2005.
- AMIGO, Carolina. 2012. **FMEA – Failure mode and effect analysis**. Disponível em: <http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/FMEA-Failure-Mode-and-Effect-Analysis>. Acesso em 25 de agosto de 2016.
- DUL, Jan; WEERDMEEESTER Bernard. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.
- GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.
- ABRANTES, Antônio Francisco. **Atualidades em ergonomia- Logística, Movimentação de materiais, Engenharia Industrial, Escritórios**. São Paulo: IMAM, 2004.
- KARHU, Osmo; KANSI, Pekka; **Las Correcciones de Posturas em la Industria de Trabajo: Un Método Práctico para el Análisis**, Disponível em: <<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>>. Acesso em: 12 de julho 2016.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- McATAMNEY, Lynn; CORLETT, Nigel. **Rapid Upper Limb Assessment**. Disponível em: <<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>>. Acesso em: 09 de julho 2016
- Mc ATAMNEY, L., Corlett N., **RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders**, “Applied Ergonomics”. Vol.24. pag. 91-92. London, 1993.
- NIOSH. **Works Pratices Guide for Manual Lifting**. U.S. Dept. of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, 1981.
- HIGNETT, S. McATAMNEY, L. **Rapid Entire Body Assessment (REBA)**. Applied Ergonomics, Vol. 31. pag. 201-205, London, 2000.
- MACHADO, Ivan Guerra, **Soldagem e Técnicas Conexas: Processos**, Editado pelo autor. Porto Alegre, 1996.
- TOLEDO, José Carlos de. AMARAL, Daniel Capaldo. 2016. **FMEA – Análise do tipo e efeito de falha**. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2016

HUMANTECH. **Ergonomic Design Guidelines for Engineers**. 3 ed. Ohio, EUA, 2007.

\_\_\_\_\_. ***BRIEF Survey – BASELINE RISK IDENTIFICATION OF ERGONOMIC FACTORS***. *Version 3.0*, 2002.

\_\_\_\_\_. ***BEST– BRIE EXPOSURE SCORING TECHNIQUERIEF***. *Version 1.0*, 2002.

WESCHENFELDER, Charles Mateus. 2016. **Análise e gerenciamento de riscos ocupacionais em processos de manufatura**. FAHOR. p. 43

## 7. ANEXOS

ANEXO A: Formulário BRIEF .....	50
ANEXO A: Formulário BEST .....	51

ANEXO A: Formulário BRIEF

**BRIEF™ Survey – BASELINE RISK IDENTIFICATION OF ERGONOMIC FACTORS**

Version 3.0

**Step 1**  
 Complete Job Information

Job Name: Movimentar PC01 Site: Soldagem da Lança Station: Estação 1  
 Date: 12/09/16 Dept: Solda Shift: Normal Product: Lança da Plantadeira

Step 2	Hands and Wrists		Elbows		Shoulders		Neck		Back		Legs
<b>Identify Risks</b> 2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed. 2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.											
	Left	Right	Left	Right	Left	Right			Twisted	Unsupported	Unsupported
<b>2a.</b>	<b>Posture</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Force</b>										
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2b.</b>	<b>Duration</b>										
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Frequency</b>										
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<b>Score</b>										
	2	2	0	0	2	0	2		1		1
	<b>Risk Rating</b>										
	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L	H M L

**Step 3**  
 Determine Risk Rating

In the Score box, write the number of risk factor categories (0-4) checked for each body part. Using the table at right, circle the corresponding Risk Rating for each body part.

Score	Risk Rating
3 or 4	High (H)
2	Medium (M)
0 or 1	Low (L)

**Step 4**  
 Identify Physical Stressors

Mark physical stressors observed:

- Vibration (V)
- Low Temperatures (L)
- Soft Tissue Compression (S)
- Impact Stress (I)
- Glove Issues (G)

Use the corresponding letters to show location of stressors.

## ANEXO B: Formulário BEST

**BEST™ – BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE** Version 1,0

**Step 1**  
**Complete Job Information**  
 Job Name: Movimentar PC01 Site: Soldagem da Lança Station: Estação 1  
 Date: 12/09/16 Dept: Solda Shift: Normal Product: Lança da Plantadeira

**Step 2**  
**Transfer BRIEF Scores**  
 Transfer scores (0-4) from a completed BRIEF Survey.

	Hands and Wrists		Elbows		Shoulders		Neck	Back	Legs
	Left	Right	Left	Right	Left	Right			
	2	2	0	0	2	0	2	1	1

**Step 3**  
**Determine Conversion Factors**

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

Find each BRIEF Score in the table at right and determine the conversion factor for each body part.

BRIEF Score	Conv. Factor
4	10
3	5
2	3
1	1
0	0

**Step 4**  
**Add Conversion Factors** 14

**Step 5**  
**Summarize Physical Stressors**  
 Place a 2 in the box for each physical stressor marked on the BRIEF, and a 0 for each physical stressor not marked.

Vibration	Low Temperatures	Soft Tissue Compression	Impact Stress	Glove Issues
0	0	0	2	0

**Step 6**  
**Add Physical Stressor Scores** 2

**Step 7**  
**Calculate Job Risk Factor Score** 16  
 (Conversion Factors + Physical Stressor Scores)

**Step 8**  
**Determine Time Exposure Multiplier** 0.8  
 Use the table at left to determine the appropriate multiplier.

Time on Task Per Week	Multiplier
> 40 hours	1,25
20 - 40 hours	1,0
4 - 19 hours	0,8
< 4 hours	0,4

**Step 9**  
**Calculate Job Hazard Score** 12,80  
 (Job Risk Factor Score x Time Exposure Multiplier)

Job Hazard Score	Priority
0 - 9	Low
10 - 29	Medium
30 - 49	High
50+	Very High

Comments:

© 2002 by Humantech, Inc. www.humantech.com ■ Tel. 734,863,6707 Fax 734,862,7747

Fonte: Adaptado de Humantech (2012)