



**Adauto Edivan dos Santos Marques**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO PROCESSO DE REBITAGEM  
DAS PLACAS DESLIZANTES EM PLATAFORMAS  
DE CORTE**

**Horizontina**

**2014**

**Adauto Edivan dos Santos Marques**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO PROCESSO DE REBITAGEM DAS  
PLACAS DESLIZANTES EM PLATAFORMAS  
DE CORTE**

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: Leonardo Teixeira, Especialista.

**Horizontina**

**2014**

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Análise Ergonômica do Processo de Rebitagem das  
Placas Deslizantes em Plataformas de Corte”**

Elaborada por:

**Adauto Edivan dos Santos Marques**

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

**Aprovado em: 17/11/2014  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Especialista. Leonardo Teixeira  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Mestre. Vilmar Bueno Silva  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Engenheiro Mecânico. Adriano Zonta  
John Deere Brasil**

**Horizontina  
2014**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha esposa Carla e meu filho Ryan, pelo apoio e compreensão incondicional durante toda esta jornada.

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus pais, irmãos e demais familiares, que auxiliaram para que este sonho tornasse realidade.

A todos os professores da FAHOR que passaram por minha vida acadêmica e que contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado.

Aos colegas que estiveram sempre presentes durante esta jornada de dedicação.

A John Deere e a todos os profissionais que nela trabalham, que contribuíram de alguma forma e oportunizaram para a elaboração deste trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

**CHARLES CHAPLIN**

## RESUMO

Na atual conjuntura econômica, com aumento significativo de produção e pressão por redução de custos, as empresas devem preocupar-se cada vez mais com a saúde de seus colaboradores, para que estes produzam mais e melhor. Nesse contexto, a ergonomia enquadra-se como participante do processo ao adequar o trabalho as condições do ser humano através de diversos métodos e técnicas de análise ergonômica. Com o objetivo de aplicar ferramentas de análise ergonômica do trabalho, afim de, realizar um diagnóstico das condições laborais dos montadores, realizou-se um estudo no setor de rebitagem das placas deslizantes, em uma linha de montagem de plataformas de corte de uma empresa metal mecânica no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, para apresentar oportunidades que possam agregar ergonomicamente o processo produtivo. No decorrer do presente trabalho, realizou-se a coleta de dados de produção, para identificar a intensidade e frequência de movimentos realizados, aplicando-se as ferramentas BRIEF & BEST, da mesma forma, utilizou-se a ferramenta SERA para verificar o número prioritário de risco da atividade (RPN). Através destas ferramentas ergonômicas buscou-se qualificar e quantificar o grau de risco das atividades realizadas no processo e ao final do trabalho foram propostas medidas de correção para minimizar ou eliminar os impactos negativos a saúde laboral dos trabalhadores que realizam a rebitagem das placas deslizantes. Utilizou-se ainda a norma JDS-D86, onde basearam-se as melhorias na elaboração da bancada com medidas corretas, com o intuito de agregar maior conforto e reduzir a probabilidade de lesões decorrentes da atividade na bancada de rebitagem.

**Palavras-chave:** Rebitagem. Ergonomia. Processo.

## **ABSTRACT**

In the current economic climate, with significant increase in output and pressure to reduce costs, companies must worry increasingly about the health of its employees, so that they produce more and better. In this context, ergonomics fits the participant in the process to suit the working conditions of the human being through various methods and techniques of ergonomics analysis. With the goal of applying the work of ergonomic analysis tools in order to, make a diagnosis of fitters working conditions, we performed a study on the sliding plates riveted sector, in an assembly line of platforms Cutting a metal company mechanics in the northwest of the state of Rio Grande do Sul, to present opportunities that can add ergonomically productive process. During the present work, we carried out the collection of production data, to identify the intensity and frequency of movements performed by applying the BEST BRIEF & tools, likewise, used the SERA tool to check the risk priority number activity (RPN). Through these ergonomic tools sought to qualify and quantify the risk level of activities in the process and the end of the work have been proposed corrective measures to minimize or eliminate negative impacts on occupational health of workers who perform riveting the sliding plates. Still used the standard JDS-D86, which were based on improvements in the preparation of the bench with correct measures in order to add greater comfort and reduce the likelihood of injury resulting from activity on the bench riveting.

**Keywords:** Riveting. Ergonomics. Process.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Faixa de Projetos de Populações .....	29
Figura 02 - Posturas .....	29
Figura 03 - Movimentação Membros Superiores.....	28
Figura 04 – Classificação de alturas de trabalho.....	28
Figura 05 - Zona de Conforto.....	29
Figura 06 - Alcance Ideal .....	30
Figura 07 - Alcance Máximo .....	30
Figura 08 - Alcance Visual .....	30
Figura 09 - Forças Aceitáveis .....	31
Figura 10 - Rebitagem Manual.....	33
Figura 11 - Fluxograma de Processo .....	37
Figura 12 – Placa deslizante e Braço lateral .....	38
Figura 13 - Placa deslizante do estabilizador .....	38
Figura 14 - Avaliação do SERA .....	40
Figura 15 - Avaliação do BRIEF.....	42
Figura 16 - Avaliação do BEST .....	43
Figura 17 - Layout do Processo .....	44
Figura 18 - Suporte Balancim Bancada .....	45
Figura 19 - Dimensões Bancada.....	45
Figura 20 - Base de Apoio das Placas .....	45
Figura 21 - Altura de Trabalho Recomendada .....	46
Figura 22 - Zonas de Trabalho Secundária.....	46
Figura 23 - Faixa de populações – América Latina .....	47
Figura 24 - Dimensões de estação de trabalho sentado .....	47
Figura 25 - Proposta 1 - Bancada com dimensões corretas.....	48
Figura 26 - Proposta 2 - Bancada com dimensões corretas.....	49
Figura 27 - Proposta 3 - Bancada com dimensões corretas.....	49
Figura 28 - Rebitadeira Automática GAV 8000 .....	53
Figura 29 - Rebitadeira GAV HF .....	54
Figura 30 - Rebitadeira GAV HF .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Verificação das categorias de ação método RULA .....	22
Quadro 02 - Verificação das categorias de ação método REBA .....	23
Quadro 03 - Critérios de exposição SERA .....	24
Quadro 04 - Critérios de gravidade SERA .....	25
Quadro 05 - Critérios de probabilidade SERA.....	25
Quadro 06 - Critérios de prioridade SERA .....	26
Quadro 07 - Matriz Morfológica.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Total de Rebites/Modelo .....	38
Tabela 02 - Total Rebites/Ano .....	39

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVO GERAL.....	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 ERGONOMIA.....	15
2.2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS .....	17
2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	18
2.3.1 Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH) .....	19
2.3.2 Sistema para Análise Ergonômica do Trabalho (Ergonomic Workplace for Analysis System – EWAS)....	20
2.3.3 Sistema de Análise Postural Ovako (Ovako Working Posture Analysis System - OWAS) .....	20
2.3.4 Avaliação Rápida Membro Superior (Rapid Upper Limb Assessment - RULA).....	21
2.3.5 Avaliação Rápida de Corpo Inteiro (Rapid Entire Body Assessment - REBA) .....	23
2.3.6 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment - SERA).....	24
2.3.7 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86).....	26
2.3.8 Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors - BRIEF) e Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF (BRIEF Exposure Scoring Technique - BEST).....	32
2.4 REBITAGEM.....	32
2.4.1 Rebites .....	32
2.4.2 Processos de Rebitagem .....	33
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>35</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS .....	35
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	35
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO.....	37
4.2 ANÁLISE ERGONÔMICA .....	39
4.2.1 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA) .....	40
4.2.2 Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors - BRIEF) e Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF (BRIEF Exposure Scoring Technique - BEST).....	42
4.3 ANÁLISE DO LAYOUT .....	43
4.4 DIMENSIONAMENTO DA BANCADA.....	44
4.4.1 Bancada com medidas corretas conforme JDS-D86.....	46
4.5 PROPOSTAS DE BANCADAS.....	48

4.5.1 Avaliação das propostas .....	50
4.6 PROPOSTAS PARA PROCESSO DE REBITAGEM AUTOMATIZADO .....	52
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Ergonomia trata-se de uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana, podendo estar relacionada ao trabalho ou simplesmente ao bem estar e conforto. 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.

No estudo da ergonomia aplicam-se princípios, métodos e técnicas para projetar um local adequado que proporcione o bem estar humano, bem como melhorar o desempenho de um sistema produtivo e orientar no desenvolvimento de novos projetos que envolvam fatores humanos.

Segundo Grandjean (2005), o trabalho dinâmico, com esforços excessivos e repetitivos durante um tempo prolongado, podem ocasionar dores, de início leves e depois mais intensas, não só nos músculos, mas também nas articulações, nos tendões e em outros tecidos. Como resultado da prática contínua destes movimentos podem ocasionar inflamações nas articulações ou nos tendões e suas extremidades, devido ao estresse mecânico gerado pelo movimento repetitivo.

Existem diferentes técnicas que auxiliam na análise para identificação de situações que possam levar a lesões decorrentes de condições de trabalho inadequadas. Esses métodos e ferramentas ergonômicas qualificam a análise e apontam o grau de criticidade que o trabalhador está submetido ao realizar determinada atividade e através destas ferramentas, é possível diagnosticar as situações que mais prejudicam a saúde do trabalhador.

As ferramentas ergonômicas auxiliam na identificação de cargas de trabalho, melhoram layouts produtivos e aperfeiçoam a concepção em design de projetos, os quais podem levar o trabalhador a sofrer lesões musculoesqueléticas. Essas lesões podem ser causadas por movimentos repetitivos, intensificação do trabalho, posturas inadequadas adotadas por trabalhadores, transporte de cargas excessivas, fadiga etc. Todos esses fatores podem influenciar no afastamento do trabalhador de suas atividades laborais, por acidentes de trabalho ou doenças ocupacionais, afetando diretamente o seu bem-estar e de seus familiares.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a demanda de movimentos repetitivos no processo de rebiteamento das placas deslizantes das plataformas de corte, na linha de montagem de uma grande empresa do noroeste do Rio Grande do Sul, observou-se a oportunidade para aplicar ferramentas de análise ergonômica do trabalho.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

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

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 SERA e BRIEF & BEST, que são utilizadas na empresa a qual realizou-se o estágio e possuem a finalidade de analisar riscos de acidentes e ergonômicos.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar ferramentas de avaliação postural do trabalho, com base em pesquisa dos métodos aplicados à ergonomia;
- Analisar o layout, no que tange ao bom fluxo de trabalho no setor de rebiteamento das Placas deslizantes;
- Verificar se a bancada de trabalho atende requisitos ergonômicos para o desenvolvimento adequado dos processos laborais;
- Propor melhoria no processo de rebiteamento das placas deslizantes que minimizem os impactos que possam advir dos movimentos repetitivos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ERGONOMIA

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).

A ergonomia baseia-se em conhecimentos de outras áreas científicas, como a antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial. Ela reuniu, selecionou e integrou os conhecimentos relevantes dessas áreas, para desenvolver métodos e técnicas específicas para aplicação desses conhecimentos na melhoria do trabalho e das condições de vida, tanto dos trabalhadores, como da população em geral (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

De acordo com Lida (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.

## 2.2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

D acordo com Grandjean (2005), a origem da antropometria remonta-se à antiguidade, pois egípcios e gregos já observavam e estudavam a relação das diversas partes do corpo. O reconhecimento dos biótipos remonta-se aos tempos bíblicos e o nome de muitas unidades de medidas utilizadas atualmente é derivado de segmentos do corpo.

A importância das medidas ganhou especial interesse na década de 1940, provocada, de um lado, pela necessidade da produção em massa, pois um produto mal dimensionado pode provocar a elevação dos custos e, por outro lado, devido ao surgimento dos sistemas de trabalho complexos, onde o desempenho humano é essencial e o desenvolvimento destes sistemas depende das dimensões antropométricas dos seus operadores (GRANDJEAN, 2005).

Segundo Lida (2005), a antropometria estática refere-se às medidas onde o operador fica parado, ou tem poucos movimentos, e o seu uso não é aconselhado para atividade ou posto de trabalho que se movimentam. Nestes casos, deve-se recorrer à antropometria dinâmica, que mede os alcances dos movimentos. Na antropometria estática medem-se os movimentos de cada parte do corpo, porém na prática, as mãos, o tronco, as costas e os ombros também poderão ser exigidos.

Na visão de Grandjean (2005), o trabalho estático e o dinâmico estão muito próximos, pois, em diversos casos, pode-se caracterizar a atividade tanto estática, quanto dinâmica. Há trabalho estático significativo na condição de trabalhos em que se exige uma movimentação do tronco para frente ou para os lados. A exigência prolongada e excessiva de trabalho estático conduz ao surgimento de lesões por sobrecarga, estas podem ocorrer em um grau mais severo em funcionários que ficam muitos anos nas mesmas condições.

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.

Grandjean (2005) 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.

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 (IIDA, 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.

### 2.3 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 Lida (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.

Transformar o trabalho é a finalidade primeira da ação ergonômica. Para o agente do processo ergonômico, essa transformação deve ser realizada de forma a contribuir para a concepção de situações de trabalho, que não alterem a saúde dos operadores e nas quais estes possam exercer suas atividades com segurança, em ambiente salubre e ao mesmo tempo em um âmbito individual e coletivo, além de encontrar possibilidades de otimização em suas capacidades laborais (IIDA, 2005).

Lida (2005) menciona ainda que, através da aplicação de ferramentas de análise ergonômica do trabalho, pode-se entender toda a ergonomia de um sistema. Pela análise, é possível avaliar aspectos como a duração da jornada de trabalho, a função, o ciclo da tarefa, o número de movimentos executados, as pausas, as posturas inadequadas, o esforço muscular, o ritmo para a execução da tarefa, assim como equipamentos e ferramentas utilizados.

Ao desenvolver uma análise ergonômica do trabalho, é possível presenciar todos os aspectos que envolvem um sistema produtivo, tais como, o funcionamento de uma organização do trabalho, as demandas, o processo de produção e os aspectos ambientais, dentre outros. Esta prática auxilia na compreensão das causas de lesões ocupacionais e a buscar formas de se evitar acidentes de trabalho, bem como soluções para os problemas de saúde, procurando assim, melhorar a qualidade e produtividade dentro da empresa (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

### **2.3.1 Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH)**

Em 1981, o NIOSH publicou 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).

### **2.3.2 Sistema para Análise Ergonômica do Trabalho (Ergonomic Workplace for Analysis System – EWAS)**

O EWA 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).

O EWA é uma ferramenta bem completa, além dos aspectos ambientais e físicos, ela avalia também os aspectos psicossociais e mentais, tais como a comunicação entre os trabalhadores, atenção ao executar as atividades e no auxílio da tomada de decisões (IIDA, 2005).

### **2.3.3 Sistema de Análise Postural Ovako (Ovako Working Posture Analysis System – OWAS)**

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 Kansi e Likka Kuorinka o publicaram em 1977, na revista *Applied Ergonomics* (Ergonomia Aplicada), 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).

Para análise da postura, força e fase do trabalho, é necessário observar as amostras das atividades coletadas a partir de filmagens e observações diretas, além de fazer estimativas de tempo durante o qual são exercidas forças e posturas assumidas (IIDA, 2005).

O OWAS é uma ferramenta ergonômica que se mostra muito útil na detecção de posturas inadequadas. Sua aplicação aponta possíveis posturas que podem levar o trabalhador ao afastamento devido às lesões por esforços excessivos. Sua aplicação é rápida e fácil, e é eficaz no monitoramento das atividades, pois mostra as áreas anatômicas mais comprometidas, além das atividades mais prejudiciais à saúde dos trabalhadores (ERGONAUTAS, 2014).

Segundo Iida (2005), sua utilização limita-se às posturas, existindo outras ferramentas que verificam outros itens, 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.

#### **2.3.4 Avaliação Rápida Membro Superior (Rapid Upper Limb Assessment - RULA)**

O Método RULA 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 da *University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics*, e publicado em 1993, na revista científica *Applied Ergonomics* (Ergonomia Aplicada). 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).

lida (2005) menciona que a aplicação do método inicia-se 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.

Esta ferramenta usa critérios de escore para classificar o grau de risco, que varia de 01 a 07, conforme quadro 01, 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 (IIDA,2005).

Quadro 01 - Verificação das categorias de ação método RULA

Nível de Ação	Pontuação	Intervenção
1	1 - 2	A postura é aceitável se não for mantida ou respeitada por longos períodos
2	3 - 4	São necessárias investigações posteriores. Algumas intervenções podem se tornar necessárias
3	5 - 6	É necessário investigar e mudar em breve
4	≥ 7	É necessário investigar e mudar imediatamente

Fonte: Lynn McAtamney e Nigel Corlett, 1993

O RULA é um método rápido de análise postural, estático e dinâmico, que tem sua atenção voltada aos esforços repetitivos e força, ideal para ser aplicado em funcionários de escritório e atividades que requerem maior esforço de membros superiores (ERGONAUTAS, 2014).

### 2.3.5 Avaliação Rápida de Corpo Inteiro (Rapid Entire Body Assessment - REBA)

O método REBA 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, parecem 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 (*Rapid Upper Limb Assessment*). 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 pelo profissionais da área médica e hospitalar, como auxiliares de enfermagem, fisioterapeutas, etc, (COLOMBINI, 2005).

Quadro 02 - Verificação das categorias de ação método REBA

Nível de Ação	Pontuação		Intervenção e Posterior Análise
0	1	Inapreciável	Não necessário
1	2 - 3	Baixo	Podde ser necessário
2	4 - 7	Médio	Necessário
3	8 - 10	Alto	Prontamente necessário
4	11 - 15	Muito Alto	Atuação imediata

Fonte: Hignett and McAtmney, 2000

Após a pontuação de cada grupo, é obtido a classificação final onde se compara com uma tabela de níveis de risco e ação, conforme quadro 02, em escala que varia de 0 (zero), correspondente 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 necessária atuação imediata (COLOMBINI, 2005).

### 2.3.6 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA)

Ferramenta de avaliação ergonômica utilizada mediante a aplicação de planilha, identificando probabilidade, exposição e gravidade em diferentes atividades de um processo (DEERE, 2014 – JDHS 6)

O SERA é aplicado mediante grupo multidisciplinar, abrangendo integrantes de diferentes setores. Dentre eles estão: supervisão da área, engenharia de manufatura, departamento de segurança do trabalho, representante de melhoria contínua, representante da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e operadores do processo, além de outras áreas funcionais, tais como ergonomia e projeto de produto podem ser parte da equipe, quando necessário (DEERE, 2014 – JDHS 6).

O resultado quantitativo do SERA gera um RPN (Número Prioritário de Risco). O RPN é a representação numérica do nível de risco apresentado por um perigo ou tarefa em determinada área e é gerado pela multiplicação de três variáveis, que são: gravidade, exposição e probabilidade (DEERE, 2014 – JDHS 6).

A exposição representa quantas vezes o operador está exposto ao risco ou ao potencial de risco, e dentre as faixas de interação podemos classificá-las conforme o Quadro 3.

Quadro 03 - Critérios de exposição SERA

EXPOSIÇÃO		
	Critério: quantas vezes o operador está exposto ao risco no ciclo de trabalho	Ranking
Mais frequente	75% - 100% do ciclo	6
	75% do ciclo	5
	50% do ciclo	4
	Menos que 30% do ciclo	3
	Menos que 20% do ciclo	2
Menos frequente	1% - 10% do ciclo	1

Fonte: Deere, 2014 – JDHS 6

A gravidade identifica o quão grave pode ser uma lesão, caso o operador entre em contato com o perigo. É recomendado sempre utilizar a situação mais grave e ser realista com as observações do ciclo de trabalho. A gravidade pode ser expressa de acordo com a classificação mencionada no Quadro 4.

Quadro 04 - Critérios de gravidade SERA

GRAVIDADE		
	Critério: o quanto pode ser a gravidade da lesão	Ranking
Mais grave	Fatalidade	6
	Com afastamento - perda da capacidade para o trabalho e/ou hospitalização	5
	Sem afastamento com cirurgia ou restrição > mês	4
	Sem afastamento	3
	Primeiro socorro	2
Menos grave	Fadiga muscular / desconforto ou quase acidente	1

Fonte: Deere, 2014 – JDHS 6

O último indicador para obter o RPN é a probabilidade, que indica a chance de ocorrer uma lesão em contato com o risco. O ranking da probabilidade pode ser reduzido pelas medidas de controle existentes no local de trabalho. Os itens para classificação da probabilidade podem ser identificados no Quadro 5.

Quadro 05 - Critérios de probabilidade SERA

PROBABILIDADE		
	Critério: qual é a probabilidade de um incidente acontecer	Ranking
Mais provável	Certamente	6
	Frequente	5
	Provável	4
	Ocasional	3
	Remota	2
Menos provável	Improvável	1

Fonte: Deere, 2014 – JDHS 6

Mediante a compilação dos dados apresentados, relaciona-se e classifica-se o RPN em alto, médio ou baixo. Por prioridade, trabalham-se, primeiramente, os de alto risco, que entende-se que são os no qual a gravidade possui o maior índice. As faixas de classificação para a quantificação do RPN são identificadas no Quadro 6.

Quadro 06 - Critérios de prioridade SERA

PRIORIDADE	
Se o RPN for:	Ranking
1 à 8	Baixa
9 à 124	Média
125 à 216 e se gravidade = 6	Alta

Fonte: Deere, 2014 – JDHS 6

De acordo com a prioridade, facilita-se a decisão do grupo e onde irão aplicar-se recursos para melhoria na segurança do processo. O SERA também serve para eliminar as dúvidas quanto ao processo, ou seja, equaliza as informações quanto aos riscos existentes em virtude do RPN obtido.

### 2.3.7 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86)

A JDS-D86 estabelece critérios mínimos de fatores humanos para projetos de estações de trabalho, equipamentos, ferramentas ou produtos, novos ou atualizados, para fins de capacidade de fabricação em todos os centros de distribuição de peças e fábricas da *Deere e Company*. Esta norma contém disposições obrigatórias, que são identificadas pelas palavras "deve" ou "necessário". A aplicação das disposições obrigatórias é necessária para alegar conformidade com a norma. Esta norma também pode conter disposições de orientação que, em geral, são identificadas pelas palavras "deve" ou "recomendado". A conformidade com as disposições de orientação não é necessária, pois elas podem não ser adequadas para todas as máquinas ou todas as aplicações (DEERE, 2014).

Esta norma possui algumas finalidades bem definidas, aplicando-se basicamente na melhoria das condições laborais dos trabalhadores, no que tange a posturas inadequadas, fatores de riscos ergonômicos, alcances excessivos, tarefas de rotina e não rotineiras, além de posturas estáticas e dinâmicas (DEERE, 2014).

Segundo a norma da Deere (2014), os demonstrativos de postura seguem três níveis de classificação para identificar as condições ideais para desenvolvimento dos processos de cada setor. Estas são organizadas mediante um sistema de cores, na qual estão assim formatadas:

Verde: Os riscos de acidentes pessoais são insignificantes ou aceitavelmente baixos em toda a população de operadores.

Amarelo: Há riscos de acidentes pessoais que não podem ser negligenciados, para parte ou toda a população de operadores.

Vermelho: O risco de acidentes pessoais é óbvio e coloca um maior número de operadores em risco ergonômico para atividades intermitentes e frequentes.

Os sistemas de cores auxiliam na identificação das condições mais apropriadas para se executar uma atividade, auxiliando, desta forma, as engenharias de manufatura e desenvolvimento de produto na tomada de decisão quando for necessário o desenvolvimento de um processo, máquina ou operação. A aplicação destas recomendações possui um ganho altamente benéfico na condução dos processos laborais dos operadores, pois os mesmos conseguem trabalhar em uma condição mais ergonômica, na qual podem gerar significativas contribuições a saúde e produtividade (DEERE, 2014).

Na figura 01, seguem recomendações para identificar em qual medida populacional se encontra a parcela de usuários que será estudada.

Figura 01 - Faixa de projetos de populações

Região	População	Estatura	Altura do Olho	Altura do Ombro	Altura do Cotovelo	Altura do Descanso de Mão	Altura do Joelho
		mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)
América do Norte	95° Percentil Masculino	1946 (76,6)	1829 (72,0)	1620 (63,8)	1226 (48,3)	856 (33,7)	636 (25,0)
	50° Percentil Gênero Misto	1729 (68,1)	1614 (63,5)	1422 (56,0)	1072 (42,2)	Nenhum dado	553 (21,8)
	5° Percentil Feminino	1550 (61,0)	1442 (56,8)	1264 (49,6)	950 (37,4)	696 <sup>A</sup> (27,4)	488 (19,2)
Europa (exceto Alemanha)	95° Percentil Masculino	1880	1775	1575	1200	850	610
	5° Percentil Feminino	1550	1455	1285	985	698	485
Alemanha	95° Percentil Masculino	1880	1750	1570	1190	845	610
	5° Percentil Feminino	1530	1420	1260	960	660	382
Ásia	95° Percentil Masculino	1830	1712	1504	1127	840	577
	5° Percentil Feminino	1514	1409	1234	932	670	464
América Latina	95° Percentil Masculino	1788	1664	1504	1146	909	528
	5° Percentil Feminino	1483	1374	1209	935	729	422

Os dados em Tabela 1 incluem margem de 25 mm (1 pol.) para calçados e são oriundos de:

- Os dados da América do Norte, Europa e Ásia são oriundos de ISO TR 7250-2, exceto para Altura do Descanso de Mão.
- Os dados de 50° Percentil Misto de Gênero estão disponíveis somente para Populações da América do Norte.
- Os Dados da Alemanha são derivados de BGI 523.
- Altura do Descanso de Mão e os dados da América Latina são provenientes das *Orientações de Projeto Ergonômico para Engenheiros*.

Figura 02 – Posturas

Flexão de Costas	 < 20°	 20° a 45°	 > 45°
Curvatura Lateral das Costas	 Nenhuma curvatura	 5° a 10°	 > 10°
Torção das Costas	 Nenhuma torção	 0° a 15°	 > 15°
Extensão de Costas	 Nenhuma extensão	 0° a 5°	 > 5°

Fonte: Deere, 2014

A zona de trabalho primária ou zona de conforto, conforme figura 05, é onde o trabalho é realizado próximo à mesma altura onde o cotovelo do funcionário está posicionado. Esta recomendação aplica-se a todas as tarefas que são realizadas com frequência e àquelas tarefas de longa duração (DEERE, 2014).

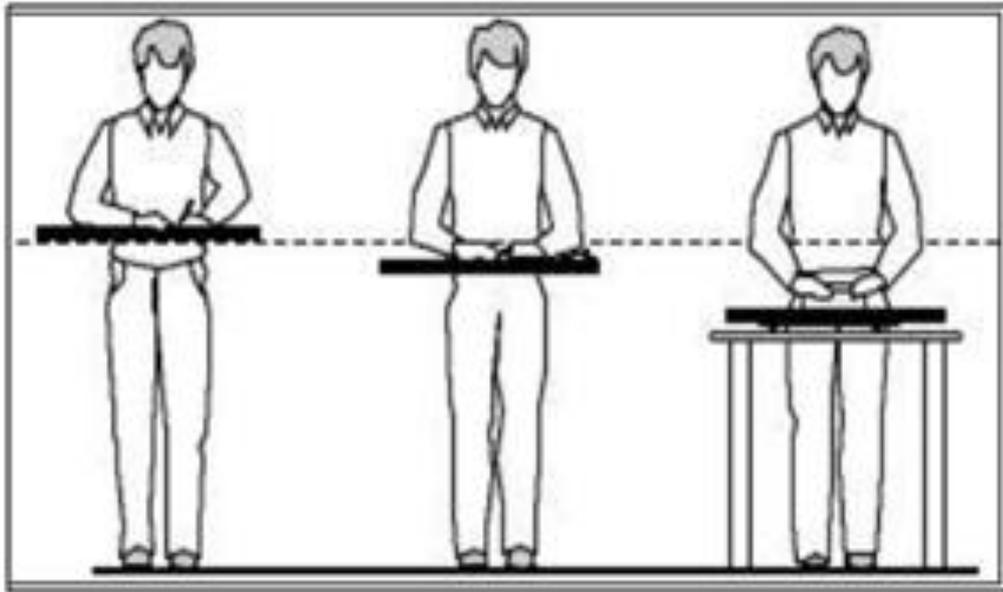
Figura 03 - Movimentação membros superiores

Parte do Corpo	Verde (alvo)	Amarelo (Condicionalmente aceitável)	Vermelho (Maior Risco)
Flexão do Cotovelo	 < 90°	 90° a 120°	 > 120°
Rotação do Antebraço	 0° a 45°	 45° a 60°	 > 60°
Flexão do Pulso	 Alinhado com o antebraço	 0° a 15°	 > 15°

Fonte: Deere, 2014

Conforme Deere (2014), para trabalhos de precisão, as alturas das estações de trabalho devem ser de 50 a 100 mm, acima da altura do cotovelo, para reduzir a tensão no pescoço. A figura 04 demonstra as classificações de altura de trabalho.

Figura 04 - Classificação alturas de trabalho



Fonte: Deere, 2014

Para conjuntos leves ( $< 4,5$  kg), a altura da estação de trabalho deve ficar logo abaixo da altura do cotovelo, e para conjuntos pesados ( $\geq 4,5$  kg) ou quando são necessárias forças de pressão, a altura da estação de trabalho deve ser de 100 a 150 mm, abaixo da altura do cotovelo (DEERE, 2014).

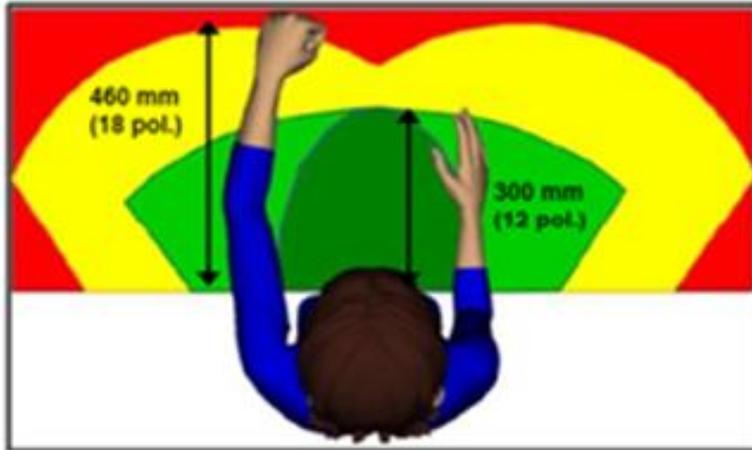
Figura 05 - Zona de conforto



Fonte: Deere, 2014

Deve-se respeitar as limitações de cada usuário, limitando-se a utilizar os limites de alcance ideal e alcance máximo de cada faixa de população, atendendo posturas e movimentos dos membros superiores (DEERE, 2014). As figuras 02, 03, 06 e 07 evidenciam posições nas quais devem ser respeitadas para cada usuário.

Figura 06 - Alcance Ideal



Fonte: Deere, 2014

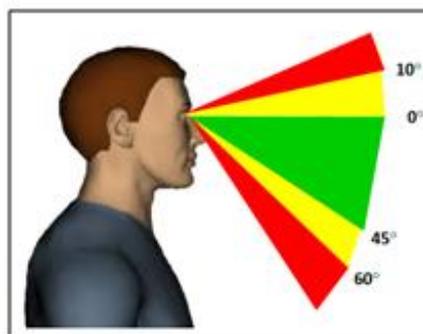
Figura 07 - Alcance máximo



Fonte: Deere, 2014

As tarefas orientadas pela visão devem ser mantidas na área de visualização ideal, que fica entre  $0^\circ$  a  $45^\circ$  abaixo da altura do olho horizontal do operador. Evitar tarefas visuais com ângulo  $\geq 10^\circ$  acima da linha horizontal na altura do olho, e tarefas visuais com ângulo  $\geq 60^\circ$  abaixo da linha horizontal. Olhar para baixo pode fazer com que a pessoa estenda e flexione o pescoço ou cause fadiga para os olhos do operador (DEERE, 2014). A figura 08 representa o alcance ideal do operador.

Figura 08 - Alcance visual



Fonte: Deere, 2014

Conforme Deere (2014), as forças listadas na JDS-D86 precisam ser ajustadas para tarefas de alta frequência e para tarefas realizadas somente algumas vezes por dia. Na figura 09 seguem algumas recomendações que devem ser seguidas para a realização de atividades diversas.

Figura 09 - Forças aceitáveis

Critério		Alvo	Maior Risco	Descrição	
Forte Aperto Força		< 6 kg (< 13 lb)	> 9 kg (> 20 lb)	Aperto de mão inteira, apertando cabos da ferramenta, peças.	
Forte Aperto Pressão		< 3,6 kg (< 8 lb)	> 7 kg (> 15 lb)	Inserção da Mangueira Grande.	
Encaixe em Pinça		< 2,7 kg (< 6 lb)	> 4 kg (> 9 lb)	Aperte com um dedo somente, pressionando peças pequenas.	
Pinça Lateral (Encaixe Principal)		< 3,5 kg (< 8 lb)	> 5 kg (> 11 lb)	Pressionar um pequeno objeto plano entre o polegar e o lado do dedo indicador.	
Encaixe em Pinça da Ponta		Força	< 4 kg (< 9 lb)	> 6 kg (> 13 lb)	Pressione com o polegar e todos os dedos.
		Massa	< 2 kg (< 4,5 lb)	> 3 kg (> 6,5 lb)	
Encaixe em Gancho		Força	< 4,5 kg (< 10 lb)	> 6,5 kg (> 14 lb)	Pressione entre as pontas dos dedos e a palma da mão.
		Massa	< 2,2 kg (< 5 lb)	> 3,2 kg (> 7 lb)	
Empurrar com Dedo Indicador		< 3 kg (< 6,5 lb)	> 4,2 kg (> 9 lb)	Empurrar com parte interna do dedo indicador.	
Empurre com o Dedão		< 3,2 kg (< 7 lb)	> 5 kg (> 11 lb)	Empurre para a frente com parte interna do polegar.	
Flexão do Pulso ou Torque de Extensão		< 2,8 Nm (< 2,1 lb-pés)	> 4,2 Nm (> 3,1 lb-pés)	Torção com um forte aperto.	
Desvio Ulnar/Radial		< 1,5 Nm (< 1,1 lb-pés)	> 3,2 Nm (> 2,4 lb-pés)	Aplicando o torque com uma chave inglesa pequena.	
Aparafusamento		< 1,0 Nm (< 0,75 lb-pés)	> 1,5 Nm (> 1,1 lb-pés)	Torção ao redor do eixo do antebraço.	
<p>Os dados em Tabela 7 são derivados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathiowetz, et al, <i>apertar e comprimir com força: Dados normativos para Adultos</i></li> <li>• Johnson, <i>Capacidades de força e limites subjetivos para repetitivos manuais de Inserção e Tarefas</i></li> <li>• Vanswearingen, <i>Medição de pulso força muscular</i></li> <li>• Seo; <i>O Efeito do Torque Sentido na mão-Objeto acoplado</i></li> <li>• Ciriello, et al., <i>maximo de torque aceitável para alto repetitivo de condução, desvio ulnar, e punhos de Tarefas para 7 horas dias de trabalho</i></li> </ul>					

Fonte: Deere, 2014

O descanso e as resistências da mão estão baseados nas tarefas intermitentes em uma postura neutra. Estes valores são baseados em tarefas quando a força é aplicada somente por uma mão e quando o restante do braço e do corpo estiverem apoiados e equilibrados (DEERE, 2014).

### **2.3.8 Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors - BRIEF) e Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF (BRIEF Exposure Scoring Technique - BEST)**

As ferramentas BRIEF (Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos) e BEST (Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF) 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, 2007).

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, 2007)

As planilhas de identificação do BRIEF e BEST são demonstradas respectivamente nas figuras 15 e 16.

## **2.4 REBITAGEM**

### **2.4.1 Rebites**

Um rebite compõe-se de um corpo em forma de eixo cilíndrico e de uma cabeça, que pode ter vários formatos. Os rebites são peças que podem ser fabricadas em aço, alumínio, cobre ou latão e unem rigidamente peças ou chapas, principalmente em estruturas metálicas, de reservatórios, caldeiras, máquinas, navios, aviões, veículos de transporte ou treliças (TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE, 1997).

A apostila do Telecurso 2000 (1997) menciona que uma das principais vantagens dos rebites é que os mesmos não necessitam de ajustamento perfeito, pois preenchem os furos por deformação do mesmo.

Vantagens das ligações rebitadas:

- Barata e simples

- Maior facilidade de reparação
- Aplicação a materiais de má soldabilidade
- Execução simples
- Não exige operário qualificado
- Controle de qualidade simples

Desvantagens das ligações rebitadas:

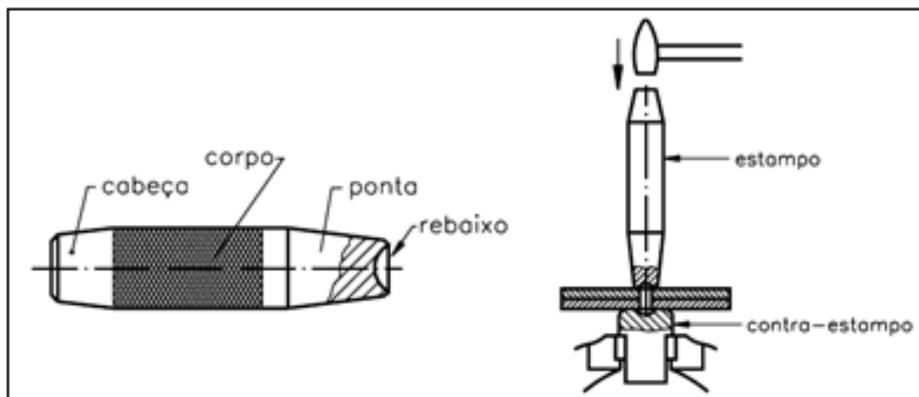
- Não desmontável
- Maior peso da união
- Campo de aplicação reduzido (chapas)
- Não recomendável a carregamentos dinâmicos
- Redução de resistência do material rebitado (furação)

#### 2.4.2 Processos de Rebitagem

A segunda cabeça do rebite pode ser feita por meio de dois processos: manual e mecânico.

Processo Manual: Este processo é feito a mão, com pancadas de martelo. Antes de iniciar o processo é preciso comprimir as duas superfícies metálicas a serem unidas com o auxílio de duas ferramentas: o contra – estampo, que fica sob as chapas e o repuxador, que é uma peça de aço com furo interno, no qual é introduzida a ponta do rebite (TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE, 1997).

Figura 10 - Rebitagem manual



Fonte: Telecurso 2000 - Profissionalizante,

Após as chapas serem prensadas, o rebite é martelado até encorpar, isto é, dilatar e preencher totalmente o furo.

O formato da segunda cabeça é feito por meio de outra ferramenta chamada estampo, cuja ponta existe uma cavidade que será usada como matriz para a cabeça redonda, conforme é evidenciado na figura 10.

A apostila do Telecurso 2000 (1997) demonstra o processo mecânico conforme salientado abaixo.

Processo Mecânico: O processo mecânico é feito por meio de martelo pneumático, rebiteiras pneumáticas ou hidráulicas.

O martelo pneumático é ligado a um compressor de ar por tubos flexíveis e trabalha sob uma pressão entre 5 a 7 Pa, controlada pela alavanca do cabo. O martelo funciona por meio de um pistão ou êmbolo que impulsiona a ferramenta existente na sua extremidade.

A rebiteagem por processo mecânico apresenta vantagens, principalmente quando é usada a rebiteira pneumática ou hidráulica. Essa máquina é silenciosa, trabalha com rapidez e permite rebiteamento mais resistente, pois o rebite preenche totalmente o furo, sem deixar espaço. Entretanto, as rebiteiras são máquinas grandes e não trabalham em qualquer posição.

Processo Automatizado: A crescente pressão da concorrência e condições de mercado acentuadas colocam requisitos cada vez mais duros à produção. Procura-se maior produtividade, maior flexibilidade e menores custos ao processo. Para esta aplicação possuímos atualmente um mercado crescente de oportunidades em automação nos processos de rebiteagem.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS

A partir dos objetivos propostos para a solução do problema, optou-se pelo desenvolvimento de uma abordagem exploratória, na qual se tem como objetivo proporcionar maior aprofundamento do problema e aprimoramento de ideias.

Identificou-se a necessidade de realizar a aplicação de ferramentas de análise ergonômica do processo de rebiteamento, afim de verificar oportunidades de melhorias no layout que possibilitem um melhor fluxo de trabalho no setor de rebiteamento das peças, bem como analisar se a bancada de trabalho atende aos requisitos ergonômicos para o desenvolvimento adequado dos processos laborais.

Para identificar uma condição de trabalho ideal ergonomicamente, foi seguida a norma JDS-D86, a qual aborda sobre faixa de populações, posturas, projetos de estações de trabalho, alcance verticais e horizontais, forças aceitáveis, tarefas de manipulação manual de materiais, projetos de ferramentas, vibrações, dentre outras.

A JDS-D86 também menciona que os projetos devem levar em consideração os maiores e menores usuários das populações para garantir uma boa adaptação entre o trabalho e o usuário. Estas referências mencionadas são as que mais se identificam com o processo de rebiteamento das placas deslizantes.

#### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Durante a execução das atividades, alguns materiais foram utilizados a fim de obter maior praticidade no desenvolvimento das tarefas. Para o desenvolvimento dos dados apresentados no documento, foram utilizados os seguintes programas de computador: Word, Excel, Power Point, Paint e Adobe Reader.

Para aplicar as ferramentas de análise ergonômica foi necessário ir a campo para coletar as medidas operacionais da bancada e movimentos físicos realizados durante o processo, onde os principais equipamentos utilizados foram uma trena para as medições e máquina fotográfica para registro das imagens. Com a ajuda de um computador foi efetuada a coleta de dados e, posteriormente, os cálculos e dados obtidos foram inseridos nas ferramentas SERA e BRIEF& BEST.

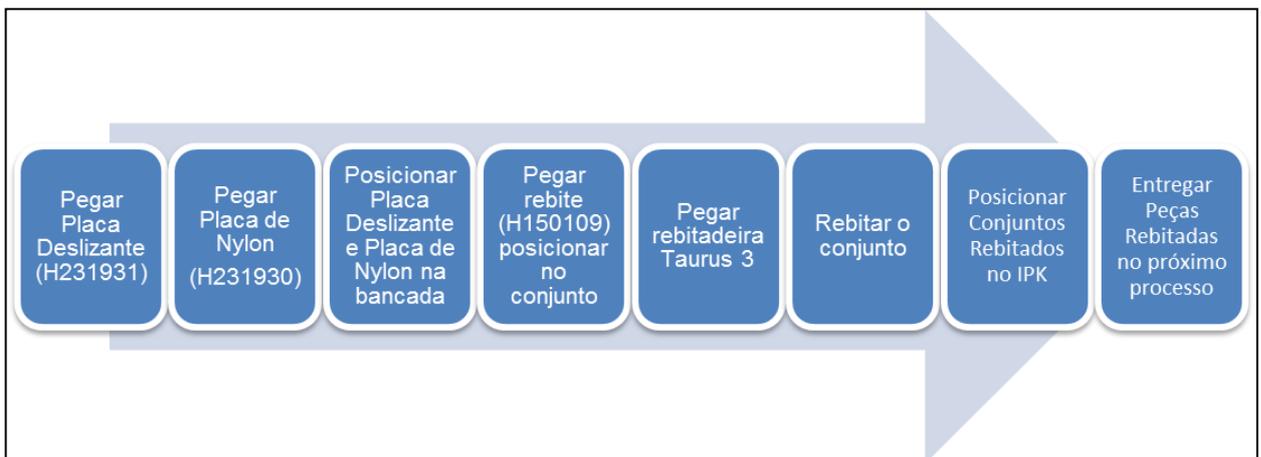
Realizou-se entrevista com os montadores para verificar as suas dificuldades e percepção quanto às condições laborais, bem como as necessidades existentes na realização das atividades.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

Identificou-se a oportunidade em desenvolver uma análise ergonômica no setor de rebiteagem de uma linha de produção de plataformas de corte, afim de identificar oportunidades para agregar melhorias ergonômicas a atividade. Para verificar o processo realizado, apresenta-se, na figura 11, um fluxograma do processo de rebiteagem das placas deslizantes.

Figura 11 - Fluxograma de processo



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Nas plataformas de corte utilizam-se uma quantidade diferenciada de placas deslizantes. Estas posicionam-se na parte inferior das plataformas de corte e tem a função de realizar o contato com o solo (deslizar) quando a PC está colhendo os grãos. De acordo com os modelos produzidos, possuem uma quantidade diferenciada de placas, sendo que, usualmente, são utilizados 05 rebites por placa, excetuando-se as que vão nos modelos PC 640, PC 635 e PC630, todas na versão Flex Draper (com esteira), na qual vão 04 rebites por placa. Esta informação é demonstrada com mais detalhes na tabela 01.

Figura 12 – Placa deslizante e Braço lateral



Figura 13 - Placa deslizante do estabilizador



Fonte: Elaborado pelo autor

Convém mencionar que, além das placas normais, são rebitados no mesmo setor os braços laterais esquerdo e direito, evidenciado na figura 12, os quais possuem 12 rebites em cada lateral. Os braços são utilizados em quase todos os modelos, excetuando-se nas versões Flex Draper (com esteiras). Além dos braços laterais, são necessários 5 rebites nas placas deslizantes do estabilizador, as quais são montadas em todas as versões com sem-fim, novamente excetuando-se nas versões Flex Draper. A placa deslizante do estabilizador está demonstrada na figura 13.

Tabela 01 - Total de rebites/modelo

Modelo	Placas deslizantes Plataformas de corte	Rebites Placas deslizantes	Rebites Braço lateral esquerdo	Rebites Braço lateral direito	Rebites Placa do estabilizador	Total de rebites por plataforma de corte
PC 640 - FD	76	304	----	----	----	304
PC 635 - FD	66	264	----	----	----	264
PC 630 - FD	56	224	----	----	----	224
PC SKD SKD	56	224	----	----	----	224
PC SKD AUG	56	280	12	12	5	309
PC 635	66	330	12	12	5	359
PC 630	56	280	12	12	5	309
PC 625	46	230	12	12	5	259
PC 622	41	205	12	12	5	234
PC 620	36	180	12	12	5	209
PC 618	32	160	12	12	5	189
PC 616	28	140	12	12	5	169

Fonte: Elaborado pelo autor

No ano de 2014, estão previstas 3.777 plataformas de corte para serem produzidas, com esta demanda serão necessárias 990.373 rebitagens para atender a necessidade de produção.

Atualmente são realizados 02 turnos de trabalho, com uma produção diária de 15 plataformas de corte por dia, sendo produzidas 08 plataformas no turno do dia e

07 no turno da noite, em um mix diversificado de produtos. As informações apresentadas quanto aos modelos produzidos são evidenciadas na tabela 02.

Tabela 02 - Total rebites/ano

Modelo	Produção de plataformas de corte (2014)	Total de rebites por plataforma de corte	Total de rebites modelo / ano
PC 640 - FD	446	304	135.584
PC 635 - FD	384	264	101.376
PC 630 - FD	55	224	12.320
PC SKD FD	245	224	54.880
PC SKD AUG	46	309	14.214
PC 635	289	359	103.751
PC 630	497	309	153.573
PC 625	621	259	160.839
PC 622	478	234	111.852
PC 620	426	209	89.034
PC 618	197	189	37.233
PC 616	93	169	15.717
<b>Total</b>	<b>3.777</b>		<b>990.373</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O processo atual é realizado com uma rebiteadeira Taurus 03, da fabricante Gesipa, que pesa 1,9 Kg quando está vazia e com o compartimento de rebites cheio pode pesar até 2,2Kg.

A rebiteadeira trabalha sob pressão de até 07 bar, possui força de tração de 14.000 N e mede aproximadamente 35 cm de altura. A mesma está suspensa por um balancim que auxilia na sustentação do peso do equipamento.

#### 4.2 ANÁLISE ERGONÔMICA

Para o entendimento de quais seriam as necessidades dos operadores e as melhores dimensões da bancada de trabalho, a fim de proporcionar mais conforto as condições laborais dos montadores, utilizou-se duas ferramentas que possibilitaram identificar quais seriam as melhores aplicações à atividade, são elas: SERA e BRIEF E BEST.

#### **4.2.1 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA)**

Aplicou-se a ferramenta SERA (Avaliação de Risco em Segurança e Ergonomia), na qual identificou-se o principal risco na execução da atividade de rebitagem. Para a quantificar os dados, convidou-se a participar da reunião de aplicação da ferramenta os seguintes representantes: supervisor da área, engenheiro de manufatura, técnico de processo, técnico de segurança do trabalho e montador. O principal risco, identificado na atividade de rebitagem das placas deslizantes, foi o trabalho repetitivo, o qual gerou um RPN (Número Prioritário de Risco) igual a 60, estando na faixa de risco médio. A forma na qual chegou-se ao RPN encontrado é evidenciada pela quantificação dos fatores grau 05 em exposição, grau 03 em probabilidade e grau 04 em gravidade.

A exposição número 05 indica que, em 75% de seu ciclo de trabalho, o montador está realizando alguma rebitagem. A probabilidade 03 menciona que, ocasionalmente, pode haver um incidente motivado pelo risco apresentado. A gravidade fator 04 referencia que, nas piores condições, esta atividade pode ocasionar um possível acidente sem afastamento com cirurgia ou restrição maior que um mês.

Atualmente, a medida existente para combater o dano é a ginástica laboral, a qual é realizada diariamente. Como proposta do grupo para reduzir o RPN, sugeriu-se a possibilidade de automatização do processo, afim de evitar os movimentos repetitivos dos operadores. Esta é evidenciada como sendo a proposta primeira para evitar movimentos repetitivos. Na inviabilidade momentânea de automatização do processo, buscou-se uma forma paliativa para minimizar os impactos, a qual o grupo sugestionou que, na atividade, deve-se realizar um rodízio entre os montadores, reduzindo-se, assim, o tempo de exposição ao risco e, conseqüentemente, diminuindo a probabilidade de uma lesão mais grave.

Convém mencionar que o grupo sugestionou, como uma possibilidade de melhoria ergonômica, realizar uma pausa de 05 minutos, em intervalo de cada uma hora trabalhada.

Figura 14 - Avaliação do SERA

<b>AVALIAÇÃO DE RISCO DE SEGURANÇA E ERGONOMIA</b> <b>S.E.R.A</b> <b>TRABALHO TRIMESTRAL DE GAP</b>													Data: 29/09/2014					
													Revisão: Aduino Marques					
													Aprovação: Lutiane Pagliari					
IDENTIFICAÇÃO										AVALIAÇÃO			GERENCIAMENTO					
ÁREA/SETO R:	Pré Montagem Placas Deslizantes (Skid Plates)				GMC: 23			SUPERVISOR: Volnei Busanello					DEPOIS					
Posto / sub-posto de trabalho	Nº de pessoas expostas	Tarefa / Operação	Descrição Tarefa	Descrição do Risco	Especificação	Dano: efeito e/ou potencial da lesão	Medidas Existentes para Prevenção do Dano	EXPOSIÇÃO	PROBABILIDADE	GRAVIDADE	RPN	PRIORIDADE	Ação Requerida	EXPOSIÇÃO	PROBABILIDADE	GRAVIDADE	RPN	PRIORIDADE
Pré Posto 4	1	FLEX - PRE-MONTAGEM DA PLACA DESLIZANTE	PLACA DESLIZANTE		N/A													
Pré Posto 4	1	FLEX - PRE-MONTAGEM DA PLACA DESLIZANTE DE 4 POLEGADAS	635 - Placa deslizante normal - Pegar H231931 chapa (53X), H231930 placa (53X) e montar com H150109 rebite (265X). Colocar conjunto no IPK.	Trabalho Repetitivo	O funcionário realiza trabalho repetitivo ao rebitar a placa deslizante.	Lesão por esforço repetitivo - L.E.R	Ginástica Laboral	5	3	4	60	Média	Automatização do Processo Pausa e/ou rodízio de operadores	2	2	3	12	Média
Pré Posto 4	1	FLEX - PRE-MONTAGEM DA PLACA DESLIZANTE DE 4 POLEGADAS	630 - Placa deslizante normal - Pegar H231931 chapa (45X), H231930 placa (45X) e montar com H150109 rebite (225X). Colocar conjunto no IPK.	Trabalho Repetitivo	O funcionário realiza trabalho repetitivo ao rebitar a placa deslizante.	Lesão por esforço repetitivo - L.E.R	Ginástica Laboral	5	3	4	60	Média	Automatização do Processo Pausa e/ou rodízio de operadores	2	2	3	12	Média
Pré Posto 4	1	FLEX - PRE-MONTAGEM DA PLACA DESLIZANTE DE 4 POLEGADAS	625 - Placa deslizante normal - Pegar H231931 chapa (37X), H231930 placa (37X) e montar com H150109 rebite (185X). Colocar conjunto no IPK.	Trabalho Repetitivo	O funcionário realiza trabalho repetitivo ao rebitar a placa deslizante.	Lesão por esforço repetitivo - L.E.R	Ginástica Laboral	5	3	4	60	Média	Automatização do Processo Pausa e/ou rodízio de operadores	2	2	3	12	Média

Fonte: Deere, 2014 – JDHS 6

Aplicando-se a ferramenta do SERA como medida de contenção, foi efetivada a realização de rodízio entre o montador do turno e outro operador, alternando o período de rebitagem das placas, reduzindo-se, desta forma, a exposição, a probabilidade e gravidade apresentada. Na figura 14 é apresentada a planilha de aplicação da ferramenta SERA.

### 4.2.2 Fatores Ergonômicos da Linha de Base de Identificação de Riscos (Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors - BRIEF) e Técnica de Pontuação de Exposição do BRIEF (BRIEF Exposure Scoring Technique - BEST)

Para evidenciar os fatores ergonômicos na operação, aplicou-se as ferramentas BRIEF & BEST. Utilizando-se do mesmo grupo multifuncional pelo qual aplicou-se a ferramenta SERA, convidou-se o supervisor da área, engenheiro de manufatura, técnico de processo, técnico de segurança do trabalho e o montador para avaliar a atividade e identificar, na planilha do BRIEF, quais os riscos em que está sujeito o operador. Na figura 15 estão evidenciados os movimentos que o montador realiza durante a atividade. Quantificando-se a atividade de acordo com o processo, obteve-se uma pontuação, a qual realizando-se a conversão para a planilha BEST, calculou-se o perigo (risco ergonômico) na atividade, alcançado a pontuação 10, que se encontra na faixa de risco médio, conforme demonstrado na figura 16.

Figura 15 - Avaliação do BRIEF

BRIEF™ Survey — BASELINE RISK IDENTIFICATION OF ERGONOMIC FACTORS										Version 3.0											
<b>Step 1</b> Complete Job Information		Job Name: <u>Rebitagem Skid Plates</u>		Site: <u>Fábrica III</u>		Station: <u>Pré-Montagem Posto IV</u>															
		Date: <u>09/30/14</u>		Dept: <u>DPMO 600</u>		Shift: <u>A - B</u>		Product: <u>Plataforma de Corte</u>													
<b>Step 2</b> Identify Risks		Hands and Wrists		Elbows		Shoulders		Neck		Back		Legs									
<p>2a. Mark Posture and Force boxes when risk factors are observed.</p> <p>2b. For body parts with Posture or Force marked, mark Duration and/or Frequency box(es) when limits are exceeded.</p>																					
<b>2a.</b>		Left		Right		Left		Right		Left		Right									
Posture		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>									
Force		<input type="checkbox"/> Finch Grip or Finger Press ≥ 2 lb (0.9 kg), or Power Grip ≥ 10 lb (4.5 kg)		<input type="checkbox"/> ≥ 10 lb (4.5 kg)		<input type="checkbox"/> ≥ 10 lb (4.5 kg)		<input type="checkbox"/> ≥ 10 lb (4.5 kg)		<input type="checkbox"/> ≥ 2 lb (0.9 kg)		<input type="checkbox"/> ≥ 25 lb (11.3 kg)		<input type="checkbox"/> Foot Pedal ≥ 10 lb (4.5 kg)							
<b>2b.</b>		Left		Right		Left		Right		Left		Right									
Duration		<input type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input type="checkbox"/> ≥ 10 sec.		<input type="checkbox"/> ≥ 30% of day							
Frequency		<input type="checkbox"/> ≥ 30/min.		<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 30/min.		<input type="checkbox"/> ≥ 2/min.		<input type="checkbox"/> ≥ 2/min.		<input type="checkbox"/> ≥ 2/min.		<input type="checkbox"/> ≥ 2/min.		<input type="checkbox"/> ≥ 2/min.							
Score		0		3		0		0		0		0		0							
Risk Rating		H M <b>L</b> H		M L		H M <b>L</b> H		M L		H M <b>L</b> H		M L		H M <b>L</b> H							
<b>Step 3</b> 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. <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Score</td> <td>Risk Rating</td> </tr> <tr> <td>3 or 4</td> <td>High (H)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Medium (M)</td> </tr> <tr> <td>0 or 1</td> <td>Low (L)</td> </tr> </table>										Score	Risk Rating	3 or 4	High (H)	2	Medium (M)	0 or 1	Low (L)	<b>Step 4</b> Identify Physical Stressors	
Score	Risk Rating																				
3 or 4	High (H)																				
2	Medium (M)																				
0 or 1	Low (L)																				
		Mark physical stressors observed: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vibration (V)</li> <li><input type="checkbox"/> Low Temperatures (L)</li> <li><input type="checkbox"/> Soft Tissue Compression (S)</li> <li><input type="checkbox"/> Impact Stress (I)</li> <li><input type="checkbox"/> Glove Issues (G)</li> </ul>										Use the corresponding letters to show location of stressors.									
© 2002 by Humantech, Inc.												www.humantech.com • Tel. 734.993.6707 Fax 734.993.7747									

Figura 16 - Avaliação do BEST

**BEST™ – BRIEF™ EXPOSURE SCORING TECHNIQUE** Version 1.0

---

**Step 1 Complete Job Information**

Job Name: Rebitagem Skid Plates Site: Fábrica III Station: Pré-Montagem Posto IV  
 Date: 09/30/14 Dept: DPMO 600 Shift: A - B Product: Plataforma de Corte

---

**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			
0	3	0	0	0	3	0	0	0

---

**Step 3 Determine Conversion Factors**

0	5	0	0	0	5	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

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**

10

---

**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	0

---

**Step 6 Add Physical Stressor Scores**

0

---

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

10

---

**Step 8 Determine Time Exposure Multiplier**  
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

1.0

---

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

10.00

---

**Job Hazard Score Priority**

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

© 2002 by Humantech, Inc. www.humantech.com ■ Tel. 734.663.6707 Fax 734.663.7747

Fonte: Humantech, 2007

Como medida corretiva entende-se que, realizando o rodízio entre os operadores do processo, pode-se reduzir o tempo de duração e frequência com que o montador realiza a atividade, reduzindo, desta forma o seu risco.

### 4.3 ANÁLISE DO LAYOUT

O setor no qual se encontra a pré-montagem das placas deslizantes, localiza-se no posto 04 da linha de montagem de plataformas de corte, no prédio denominado de fábrica III. Esta linha de montagem passou por significativas modificações ao longo dos últimos anos para adequação de novos produtos.

Figura 17 - Layout do processo



Fonte: Elaborado pelo autor

Avaliando-se o layout, no qual são realizadas as atividades de montagem, identificou-se que o mesmo atende aos requisitos de acessibilidade mencionados na JDS-D86, o qual aborda que corredores com uso em uma via, a uma distância de deslocamento menor do que 700 mm, deve haver uma largura mínima de 610 mm para que o operador possa caminhar por esse espaço. Analisando-se os dados demonstrados no layout, conforme apresenta-se na figura 17, avaliou-se que as distâncias dos corredores permitem trabalhar de forma segura e confortável.

#### 4.4 DIMENSIONAMENTO DA BANCADA

A bancada na qual realizam-se as atividades de rebiteamento não possui rastreabilidade, desconhecendo-se quando e por quem foi produzida. Na figura 18 visualiza-se o balancim que suporta a rebiteadeira, percebe-se que o mesmo possui 200 mm de comprimento e está posicionado, direcionando-se para a parte traseira da bancada, dificultando o processo e motivando o operador a realizar força para sustentar a rebiteadeira.

Figura 18 - Suporte balancim bancada



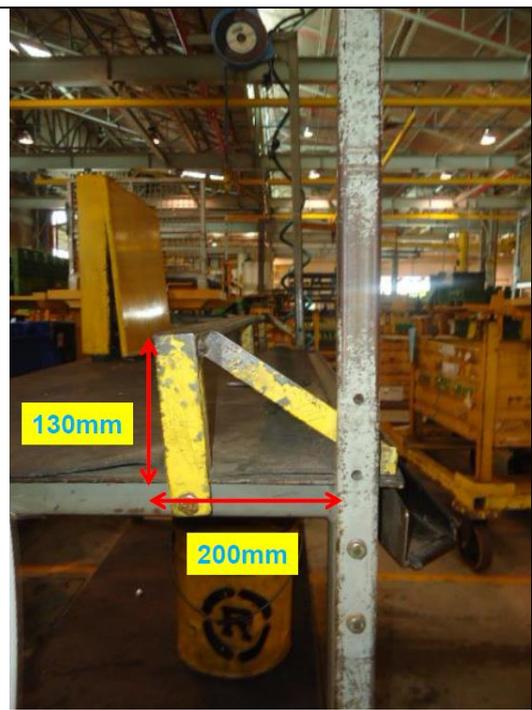
Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 19 demonstram-se as principais dimensões da bancada, ou seja, a altura, comprimento e largura. Na figura 20 evidenciam-se as dimensões do posicionador das placas deslizantes para a realização da rebiteagem.

Figura 19 - Dimensões bancada



Figura 20 - Base de apoio das placas

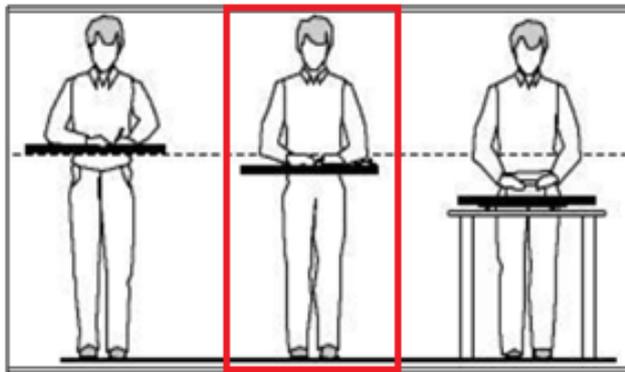


Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4.1 Bancada com medidas corretas conforme JDS-D86

Com o intuito de identificar se a bancada atende a requisitos ergonômicos, verificou-se as condições e parâmetros considerados ideais mediante análise da JDS-D86. Tendo como base a classificação do tipo de atividade, possibilitou-se identificar que este processo é caracterizado como uma atividade de conjuntos leves e conforme preconiza a norma, a altura da estação de trabalho deve ficar logo abaixo da altura do cotovelo. Na figura 21 demonstra-se a altura de trabalho recomendada para a atividade.

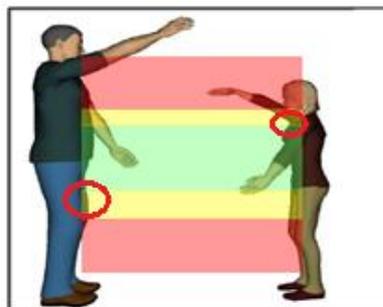
Figura 21 - Altura de trabalho recomendada



Fonte: Deere, 2014

A altura de trabalho primária, ou zona de conforto, é onde realiza-se o trabalho. Este local é próximo à altura onde o cotovelo do funcionário está posicionado. Esta recomendação aplica-se a todas as tarefas que são realizadas com frequência e aquelas tarefas de longa duração. Na figura 22 a zona de conforto é identificada pela cor verde.

Figura 22 - Zonas de trabalho secundária



Fonte: Deere, 2014

Levando-se em consideração a zona de trabalho secundária, esta destina-se a tarefas de curta duração ou tarefas intermitentes, que devem ser realizadas entre a altura do joelho do 95º percentil masculino mais alto e os ombros do 5º percentil feminino mais baixo. Tendo como parâmetro a faixa populacional da América Latina, conforme a tabela de populações demonstrada na figura 23, concluímos que a altura ideal da bancada, para trabalhos de conjuntos leves, deve ficar entre 935 mm e 1146 mm, ou seja, um pouco abaixo dos cotovelos das respectivas populações identificadas.

Figura 23 - Faixa de populações – América Latina

Região	População	Estatura	Altura do Olho	Altura do Ombro	Altura do Cotovelo	Altura do Descanso de Mão	Altura do Joelho
		mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)	mm (pol.)
América Latina	95º Percentil Masculino	1788	1664	1504	1146	909	528
	5º Percentil Feminino	1483	1374	1209	935	729	422

Fonte: Deere, 2014

Partindo-se da possibilidade de realizar o processo em uma bancada sentada, a JDS-D86 recomenda para este tipo de atividade, seguir a mesma classificação quanto a tarefas de precisão, de conjuntos leves e de conjuntos pesados. Na figura 24 demonstram-se as dimensões de estação de trabalho sentado, referentes a este processo:

Figura 24 - Dimensões de estação de trabalho sentado

Dimensão	Estação de Trabalho de Altura Fixa	Estação de Trabalho Completamente Ajustável
Altura da estação de trabalho	720 mm a 760 mm (28 pol. a 30 pol.)	650 mm a 850 mm (26 pol. a 34 pol.)
Altura da tarefa de precisão	940 mm (37 pol.)	810 mm a 940 mm (32 pol. a 37 pol.)
Escrita e altura da tarefa de conjunto leve	760 mm (30 pol.)	700 mm a 790 mm (27.5 pol. a 31 pol.)
Folga do joelho horizontal (profundidade)	650 mm a 690 mm (26 pol. a 27 pol.)	
Folga da largura do joelho horizontal	580 mm a 660 mm (23 pol. a 26 pol.)	
Os dados em Tabela 4 são derivados de:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto Ergonômico para Pessoas no Trabalho</li> <li>• BGI 650</li> </ul>		

Fonte: Deere, 2014

Salienta-se que, para estações de trabalho sentadas, um mínimo de 200 mm deve ser mantido entre o assento e a face inferior da superfície de trabalho, para permitir a folga para as coxas do usuário, porque os funcionários com menor estatura podem precisar de um descanso de pé para apoiar os pés e as pernas.

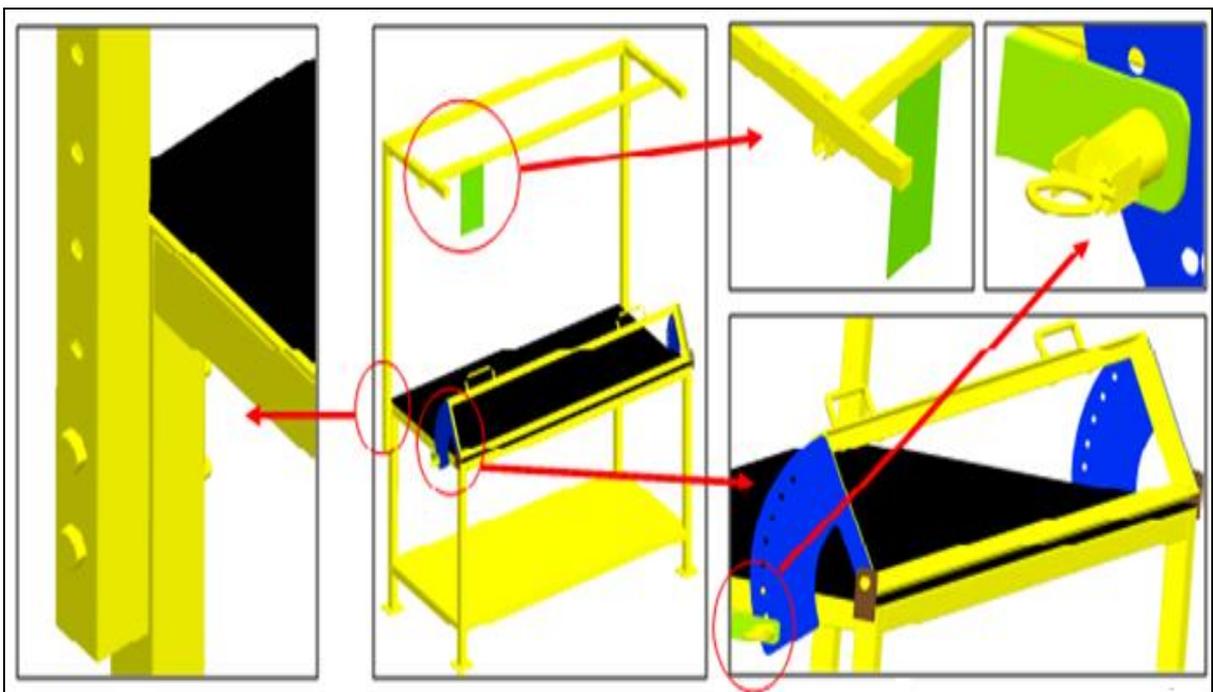
#### 4.5 PROPOSTAS DE BANCADAS

Analisando-se as condições apresentadas no decorrente trabalho, sugeriu-se três propostas para melhor adequar a bancada e oportunizar mais conforto e praticidade ao processo de trabalho. Na bancada atual, identificou-se dois pontos principais a serem modificados que são: distância do balancim e regulagem de altura da base.

O balancim fica fora do eixo, motivando os operadores a realizar força para movimentar a rebidadeira, e para a regulagem de altura das placas deslizantes não existe um dosador de altura para os diferentes públicos que realizam o processo.

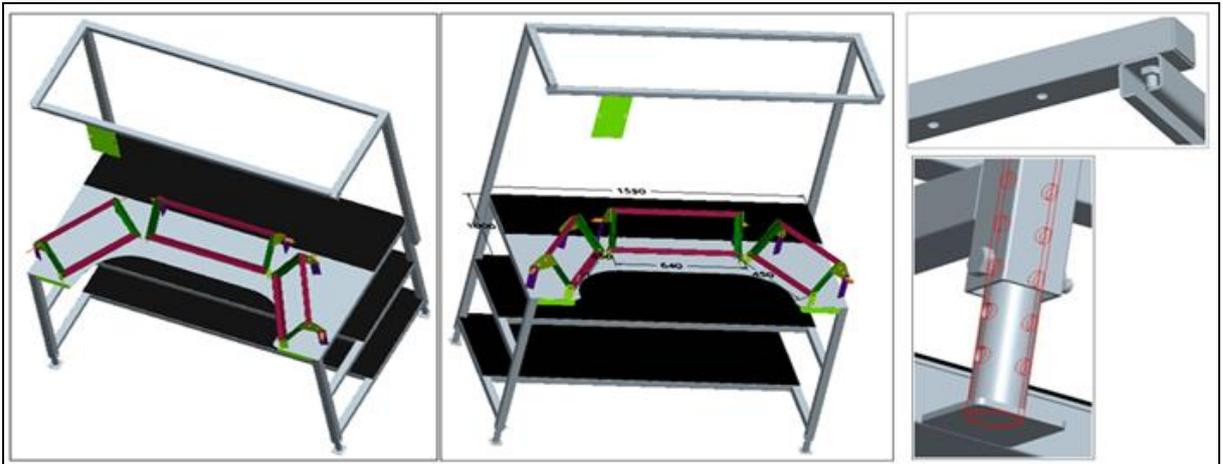
Nas figuras 25, 26 e 27 apresenta-se 03 propostas de bancadas que foram desenvolvidas para melhor satisfazer as condições ergonômicas no processo.

Figura 25 - Proposta 1 - Bancada com dimensões corretas



Fonte: Elaborado pelo autor

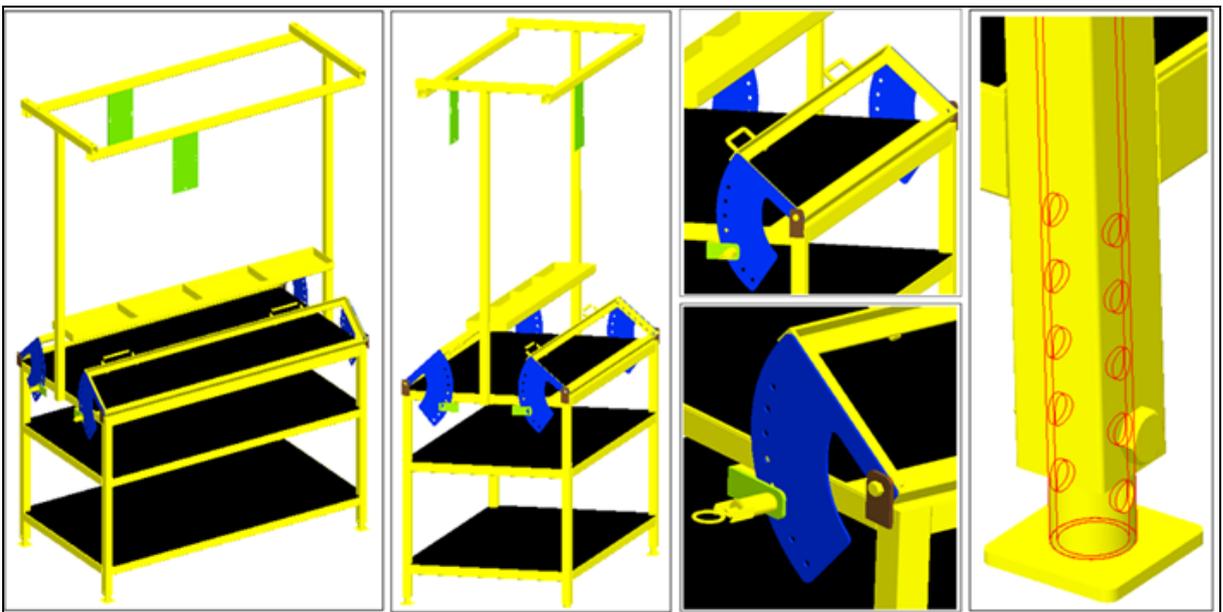
Figura 26 - Proposta 2 - Bancada com dimensões corretas



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Após o desenvolvimento das duas primeiras propostas de bancadas, buscou-se elaborar uma bancada que pudesse contemplar o que de melhor identificou-se nos dois primeiros modelos e acrescentar uma bandeija para depositar os rebites utilizados no processo.

Figura 27 - Proposta 3 - Bancada com dimensões corretas

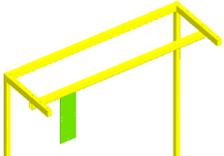
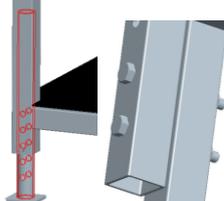
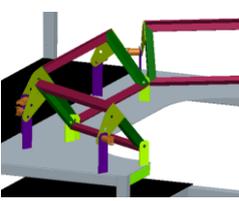
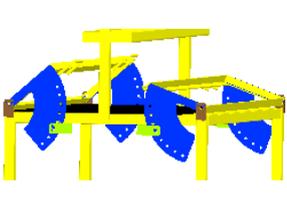
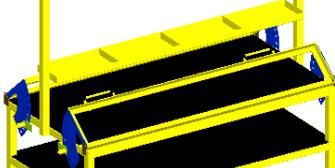
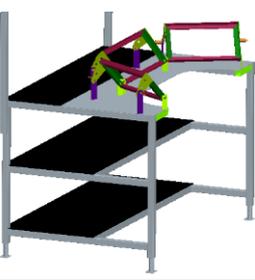
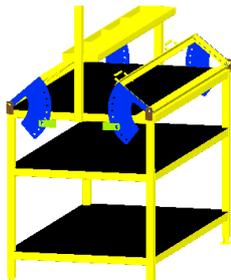


**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 4.5.1 Avaliação das propostas

Após desenvolver as propostas de bancadas, as mesmas foram apresentadas ao time de engenharia de manufatura. Suas funcionalidades foram debatidas com a equipe, sendo evidenciadas as principais, mediante a verificação de Matriz Morfológica, conforme demonstrado no quadro 07.

Quadro 07 - Matriz morfológica

FUNÇÕES ELEMENTARES	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
F1 Suportar Rebitadeira			
F2 Ajustar altura da Bancada			
F3 Apoiar placa para Rebitagem			
F4 Depositar Rebites			
F5 Armazenar Objetos			

Fonte: Elaborado pelo autor

A matriz morfológica constitui-se de uma abordagem estruturada para a geração de alternativas de solução para o problema do projeto. Os parâmetros descrevem as características ou funções que o produto ou processo deverá ter ou atender. Uma matriz morfológica possibilita a captura e a visualização das funcionalidades necessárias para o produto e explora meios alternativos e combinações para atender as funcionalidades. A matriz morfológica é utilizada para estruturar e sistematizar os princípios de solução encontrados.

Avaliação Proposta 01: Na 1ª proposta desenvolvida, apresentam-se modificações na base onde ficam as placas deslizantes, no suporte do balancim e regulagens. Neste modelo a base é regulável, podendo atender a diferentes alturas de operadores, reduzindo-se, assim, o risco em rebitar com o cotovelo levantado. Outra modificação que evidencia-se nesta concepção é referente ao suporte do balancim, o qual teve o sentido invertido e acrescentou-se regulagens de distância, melhorando-se o ângulo em que fica posicionada a rebidadeira, reduzindo-se assim as forças necessárias para a movimentação da ferramenta.

Avaliação Proposta 02: Na 2ª proposta desenvolvida, apresentam-se modificações no suporte do balancim, regulagens de altura da bancada, modificações no conceito das bases onde são depositadas as placas e no formato arredondado da estação de trabalho. Neste conceito de bancada apresentam-se as vantagens mencionadas na primeira proposta, referente às regulagens de altura na base de sustentação das placas e no ajuste do balancim, porém a bancada arredondada pode gerar outro problema ergonômico, que é o movimento axial da coluna, o qual não proporciona melhoria nas condições laborais de trabalho. Convém mencionar que pode haver dificuldade na movimentação do balancim durante o processo.

Avaliação Proposta 03: Na 3ª proposta apresentou-se conceito similar a 1ª, realizando-se modificações na base de suporte das placas e ajustes de distância dos balancins. Duas diferenças da 1ª proposta são: regulagem de altura da bancada e bandeja para os rebites. Contudo, a mesma dispõe de uma alteração de conceito altamente relevante frente às outras propostas, que é a possibilidade de utilizar a bancada para dois usuários. Com a duplicação das bases de suporte das placas é possível realizar a produção de um turno em meio período, utilizando-se dois montadores. Este conceito contribui para que o tempo de exposição ao risco diminua e em período oposto os operadores possam desenvolver outras atividades.

Mesmo a produtividade não sendo o foco da pesquisa, é importante mencionar que na 3ª proposta apresenta-se a vantagem de poder dobrar a produção de rebiteagem sem necessitar acrescentar mais um equipamento ao layout. Usfruindo o sistema de rodízio entre os operadores, podemos ter ganhos em produtividade e manter as boas condições ergonômicas na operação.

#### 4.6 PROPOSTAS PARA PROCESSO DE REBITAGEM AUTOMATIZADO

Com o intuito de verificar outras possibilidades, além das propostas na concepção das estações de trabalho, buscou-se no mercado equipamentos que possam realizar o processo de rebiteagem automaticamente ou semi-automaticamente.

Primeiramente contactou-se o fornecedor SUD Automação, o qual é representante da marca Gesipa no Brasil. A empresa Gesipa é um fabricante mundialmente conhecido de rebites e rebiteadeiras, oferecendo equipamentos nas mais variadas versões, tais como: pneumática, hidráulica, hidropneumática, manual e automática.

Dentre as opções de rebiteadeiras automáticas visualizadas, buscou-se maiores informações do modelo GAV 8000 – Eletronic, a qual possui uma pistola, que acionada pelo operador, realiza o processo de rebiteagem automático, não necessitando o montador ter que realizar a alimentação da pistola da rebiteadeira.

A máquina possui um compartimento, no qual são depositados os rebites e, posteriormente, mediante alimentação pneumática, que é acionada pelo gatilho da pistola, a máquina realiza a separação dos rebites que vão por uma tubulação até a biqueira da pistola. Neste processo de rebiteagem o operador não necessita alimentar manualmente a biqueira da máquina, o que reduz consideravelmente os movimentos realizados.

Figura 28 - Rebitadeira Automática GAV 8000



Fonte: Gesipa, 2012

O representante da SUD Automação solicitou os desenhos do rebite, quantidades utilizada na produção e tipo de aplicação, afim de verificar a viabilidade do equipamento ao processo. Após análise das informações enviadas, constatou-se que os modelos GAV 8000 – Eletronic e GAV 8000 – Eco não suportam o rebite utilizado no processo de rebitagem das placas deslizantes, pois o diâmetro da aba do rebite utilizado é de 16 mm e as máquinas apresentadas suportam somente até a dimensão de 11 mm.

Após a constatação de que as máquinas sugeridas não atendem ao rebite utilizado, contatou-se o fabricante Gesipa na Alemanha e solicitou-se aos mesmos se possuíam algum outro produto que atendesse nossas necessidades. Como solução para este processo, sugeriu-se a máquina GAV HF, a qual suporta rebites até a dimensão de 19 mm, realizando todos os outros processos que as máquinas de menor dimensão. O modelo de equipamento sugerido possui custo de aquisição elevado, aliando-se custos de importação, transporte, manutenção, equipamentos de estoque, faz-se necessário uma análise de viabilidade aprofundada para garantir se o equipamento é viável ou não.

Figura 29 - Rebitadeira GAV HF



Figura 30 - Rebitadeira GAV HF



**Fonte:** Gesipa, 2012

Em virtude dos altos custos para a aquisição de um equipamento automatizado, buscou-se dar foco na pesquisa para a concepção da bancada com medidas corretas e melhorias pontuais na execução do processo, como a rotatividade de montadores. As informações obtidas quanto ao processo de rebitagem automatizado servirão de base para uma análise de viabilidade futura.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio dos conceitos apresentados na revisão bibliográfica, permitiu-se aprofundar o estudo de algumas ferramentas e métodos ergonômicos existentes que podem ser utilizados por engenheiros em diversas situações ao longo de suas jornadas, sejam no desenvolvimento de novos produtos ou na concepção e melhorias de processos correntes. Possibilitou-se demonstrar que uma única ferramenta pode não atender aos mais variados objetivos presentes nas demandas ergonômicas, desta forma, aprofundou-se o estudo, afim de apresentar uma gama de opções para ampliar o conhecimento e aplicações.

Com o estudo das ferramentas ergonômicas demonstrou-se qualitativamente que o processo de rebiteagem das placas deslizantes possui movimentos repetitivos, porém, aplicando-se as ferramentas SERA e BRIEF & BEST, possibilitou-se evidenciar quantitativamente os riscos inerentes da atividade. Através do SERA realizado obteve-se um RPN de 60 e, aplicando-se medidas corretivas, possibilitou-se reduzir este valor para um número prioritário de risco de 12.

Com a análise ergonômica do processo de rebiteagem das placas deslizantes, identificou-se a oportunidade de melhoria para a concepção da estação de trabalho, a qual oportunizou ganho nas condições laborais dos operadores. O estudo aprofundado da norma JDS-D86 oportunizou o entendimento das faixas populacionais quanto às dimensões corretas na concepção de bancadas de trabalho, análise de dimensões corretas de corredores, alcances ideais, pesos aceitáveis e forças executáveis.

Através da pesquisa buscou-se maior entendimento do processo de rebiteagem automatizada, identificando o equipamento adequado ao processo e deixando um legado para possíveis modificações de processo futuros.

Desta forma, a aplicação de ferramentas ergonômicas teve como resultado principal o entendimento técnico e científico do processo de rebiteagem das placas deslizantes e a visão corrente da atividade, com o intuito de promover o bem estar dos colaboradores. Mediante o trabalho realizado, pôde-se pôr em prática os conhecimentos adquiridos e propor uma estação de trabalho mais adaptada as condições reais dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- COLOMBINI, Daniela. et al. **Il Método Ocra Per L'Analisi e La Prevenzione del Rischio da Movimenti Ripetuti**. Milão. Franco Angeli, 2005.
- DEERE, Company. JDHS 6. **John Deere Health and Safety 6**. 1.ed. Moline, EUA, 2014
- DEERE, Company. JDS-D86. **Manual de Projeto Ergonômico para Fabricação**. 2.ed.Moline, EUA, 2014
- DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- GESIPA, Company. **Automatic riveting from GESIPA**. Mörfelden - Walldorf, Alemanha, 2012. Disponível em <[http://www.gesipa.com/fileadmin/pdf/Katalog\\_Broschueren\\_Flyer/GAV\\_English\\_2013.pdf](http://www.gesipa.com/fileadmin/pdf/Katalog_Broschueren_Flyer/GAV_English_2013.pdf)>. Acesso em: 03 de maio 2012.
- GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.
- 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: 04 de maio 2014.
- KARHU, O. et al., **Correcting Working Posture in Industry, a practical method for analysis**, "Applied Ergonomics", vol.8, pag. 199 - 201, London,1997.
- IIDA, I. **Ergonomia, Projeto e Produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- McATAMNEY, Lynn; CORLETT, Nigel. **Rapid Upper Limb Assessment**. Disponível em: <<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>>. Acesso em: 04 de maio 2014
- NIOSH. **Works Practices Guide for Manual Lifting**. U.S. Dept. of Health and Human Services National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, 1981.
- TELECURSO 2000 PROFISSIONALIZANTE. Elementos de Máquinas I. São Paulo. 1997.
- 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.
- HIGNETT, S. McATAMNEY, L. **Rapid Entire Body Assessment (REBA)**. Applied Ergonomics, Vol. 31. pag. 201-205, London, 2000.
- HUMANTECH. **Ergonomic Design Guidelines for Engineers**. 3 ed. Ohio, EUA, 2007.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL. D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L. da; ALLIPRANDINI, D. H. e SCALISE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.