



**Osiel Rodrigo Fagundes**

**PROPOSTA DE CONCEITO ERGONÔMICO PARA A FIXAÇÃO DA  
CAIXA DE SEMENTE NA EMBALAGEM**

Horizontalina - RS

**2018**

**Osiel Rodrigo Fagundes**

**PROPOSTA DE CONCEITO ERGONÔMICO PARA A FIXAÇÃO DA  
CAIXA DE SEMENTE NA EMBALAGEM**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Professora Francine Centenaro.

**Horizontina - RS**

2018

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

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**“Proposta de conceito ergonômico para a fixação da caixa de semente na  
embalagem”**

**Elaborada por:**

**Osiel Rodrigo Fagundes**

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

Aprovado em: 03/12/2018

Pela Comissão Examinadora

---

Ma. Francine Centenaro

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

---

Ma. Eliane Garlet

FAHOR – Faculdade Horizontina

---

Me. Jonathan Felipe Camargo

FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS**

**2018**

## **DEDICATÓRIA**

A minha família que me apoiou e incentivou a cada dia para que novas portas sejam abertas visando um futuro digno e de sucesso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos professores que oportunizaram o conhecimento durante todo o curso bem como na orientação deste trabalho.

Agradeço aos colegas que estiveram sempre presentes durante esta jornada.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

## RESUMO

A medida em que as empresas trabalham para aumentar seus lucros é mandatório que sejam redobrados os cuidados com o seu maior patrimônio, os funcionários. Diante desta situação se faz necessário que as atividades sejam realizadas de forma segura. Para auxiliar a empresa e os trabalhadores a Ergonomia é vital para que ambas as partes possam realizar suas funções da melhor maneira possível, trabalhando juntos para adequar os postos de trabalho, equipamentos, processos, ferramentas às necessidades dos colaboradores. Com a finalidade de aplicar as ferramentas de análise ergonômica e objetivo de obter informações das condições reais das atividades realizadas pelos operadores, realizou-se um diagnóstico no processo de remoção de parafusos da caixa de semente da embalagem, para identificar melhorias potenciais em reduzir ou eliminar atividades anti ergonômicas. A metodologia utilizada baseou-se em um estudo de caso, onde juntamente com os testes realizados na prática foi possível realizar a análise ergonômica do processo por meio das ferramentas SERA (Safety Ergonomic Risk Assessment) traduzido em português como Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia e JDS-D86 (Standard Design) traduzido em português como Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação. Com os resultados obtidos foi possível identificar os principais aspectos de oportunidades em melhoria para o processo, bem como apresentar um novo conceito de fixação da caixa de semente na embalagem, contribuindo para um trabalho ergonomicamente correto e tornando o ambiente seguro.

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

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores de Risco de Posturas .....	24
Figura 2 - Folga para braços.....	26
Figura 3 - Resistência de Aperto e das Mãos como uma Função da Postura	27
Figura 4 - Processo de Retirada dos Parafusos de Fixação .....	33
Figura 5 - Conceito de Fixação dos Parafusos .....	34
Figura 6 - Parafusos com Rosca Oxidada .....	35
Figura 7 - Interferência dos Garfos da Empilhadeira com os Componentes de Fixação da Peça.....	39
Figura 8 - Corrente sem Parafuso de Fixação .....	39
Figura 9 - Parafuso de Fixação Torto .....	40
Figura 10 - Modelo 3D da Embalagem .....	42
Figura 11 - Protótipo do Novo Conceito de Fixação da Peça .....	42
Figura 12 - Teste do Novo Conceito de Fixação da Peça.....	43
Figura 13 - Alavancas na Posição Fechada .....	43
Figura 14 - Cantoneiras Fixando a Peça na Embalagem .....	44
Figura 15 - Alavancas na Posição Aberta.....	44
Figura 16 - Cantoneiras Desprendendo a Peça da Embalagem.....	45
Figura 17 – Gráfico do Tempo Total para Remover Dispositivos de Fixação em 2019 (min) .....	49



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de Gravidade SERA .....	19
Quadro 2 - Critérios de Exposição SERA .....	19
Quadro 3 - Critérios de Probabilidade SERA.....	21
Quadro 4 - Critérios de Prioridade SERA .....	21
Quadro 5 - Faixa de Projetos de Populações .....	23
Quadro 6 - Total de Parafusos Removidos/ano.....	34
Quadro 7 - Avaliação do SERA .....	36
Quadro 8 - Avaliação do JDS-D86.....	38
Quadro 9 - Tempo Total para Remover os Parafusos/ano .....	41
Quadro 10 - Avaliação do SERA para o Novo Conceito de Embalagem .....	46
Quadro 11 - Avaliação do JDS-D86 para o Novo Conceito de Embalagem ...	47
Quadro 12 - Tempo Total para Movimentar os Manípulos.....	48

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA .....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA .....	13
1.6 OBJETIVOS .....	13
1.6.1 Objetivo Geral .....	13
1.6.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 ERGONOMIA .....	15
2.2 MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA E SEGURANÇA DO TRABALHO.....	17
2.2.1 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA).....	18
2.2.2 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86) .....	21
2.3 CONCEITOS DE EMBALAGEM .....	27
2.4 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO PARA EMBALAGEM .....	28
2.5 MANUTENÇÃO.....	29
2.6 PRODUTIVIDADE.....	30
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	31
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	32
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO ATUAL .....	33
4.1.1 Avaliação ergonômica .....	35

4.1.1.1 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA).....	35
4.1.1.2 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86) .....	37
4.1.2 Manutenção com correntes e parafusos .....	38
4.1.3 Produtividade .....	41
4.2 PROPOSTA DE MELHORIA.....	41
4.2.1 Avaliação ergonômica .....	45
4.2.1.1 Avaliação de Riscos em Segurança e Ergonomia (Safety Ergonomic Risk Assessment – SERA).....	46
4.2.1.2 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86) .....	46
4.2.2 Manutenção com correntes e parafusos .....	48
4.2.3 Produtividade .....	48
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Devido a grande preocupação com a segurança nos ambientes fabris, a ergonomia assume, cada vez mais, o papel de extrema importância dentro das empresas, quando se relaciona a qualidade do produto e dos processos a um aumento de produtividade e melhorando as condições de trabalho. Segundo Dul e Weerdmeester (2004), a Ergonomia é uma área do conhecimento utilizada no projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e atividades, focada no objetivo de melhoria na segurança, bem-estar e conforto no trabalho. Adotando esta definição, tem-se a ergonomia como essencial durante a projeção de um ambiente ocupacional seguro.

Com o passar dos tempos a Ergonomia passou a ser referência em relação a saúde mental e física dos trabalhadores, pois no contexto global é visível que as empresas trabalham com maiores níveis de produção e menor número de pessoas. Na ergonomia utilizam-se técnicas, métodos e princípios para projetar um equipamento apropriado e que beneficie o conforto humano, também melhorando e otimizando um processo produtivo e orientando durante o desenvolvimento de novos projetos que impactam fatores humanos.

De acordo com Grandjean (2005), as tarefas dinâmicas, realizadas com esforços exagerados e recorrentes no decorrer de um determinado tempo, pode originar dores, de início leves e em seguida com maior intensidade, não apenas em músculos, mas ainda em articulações, nos tendões e entre diversos tecidos. Como consequência, a execução uniforme destes movimentos pode causar inflamações nas articulações ou nos tendões e suas extremidades, originado por meio do estresse mecânico devido ao movimento recorrente.

Há diversas técnicas que podem auxiliar na verificação para analisar as diversas possibilidades com potencial de acarretar em lesões devido as condições inadequadas para o trabalho. Essas ferramentas quando utilizadas de forma correta melhoram o ambiente, tornando o trabalho mais seguro e ergonômico. Além de ser benéfico ao bem-estar do trabalhador também restringe o risco de a empresa ser penalizada por órgãos fiscalizadores e uma possível ausência dos funcionários por

problemas causados por estes segmentos. Neste sentido o objetivo geral deste estudo é realizar um diagnóstico da condição atual, propondo melhorias para o processo.

### 1.1 TEMA

O tema em estudo trata-se de uma proposta de conceito ergonômico para a fixação da caixa de semente na embalagem, para com isso assegurar a integridade física dos trabalhadores, gerando menores riscos de segurança àqueles que manuseiam este material na embalagem.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema em estudo se limita a pesquisa do problema real em uma empresa metal mecânica, e o conceito de uma solução para o mesmo, em que será apresentado um estudo de caso mostrando a viabilidade da implantação.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Uma empresa do ramo metal mecânico da região noroeste do RS, fabrica máquinas e equipamentos agrícolas. A forma de acondicionamento para um destes componentes não é apropriada, causando riscos ergonômicos ao trabalhador, e manutenção excessiva da embalagem atual, então surge a necessidade de se projetar e fabricar embalagens que permitam um contato ergonomicamente correto, armazenamento e segurança no transporte.

Portanto, a partir do desenvolvimento do estudo pretende-se responder a seguinte questão: É possível melhorar a ergonomia dos trabalhadores utilizando o novo conceito de fixação da caixa de semente na embalagem?

### 1.4 HIPÓTESES

Com este trabalho espera-se reduzir o tempo de exposição do trabalhador com atividades anti ergonômicas e que impactam diretamente na segurança dos mesmos.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Analisando a necessidade de realizar movimentos anti ergonômicos para remover a caixa de semente da embalagem na linha de montagem de uma grande empresa do noroeste do Rio Grande do Sul, verificou-se a oportunidade de projetar um novo conceito de fixação da peça na embalagem, onde visa criar um mecanismo que faça a mesma função sem que haja esforços excessivos dos funcionários. Da mesma forma reduzir o tempo de operação para a realização desta atividade, gerando uma maior produtividade. Também diminuir as manutenções de componentes desta embalagem, reduzindo os custos com este processo.

Este estudo tem uma importância relevante para a empresa, pois se faz necessário o melhor entendimento da situação atual que é realizada no processo, bem como trabalhar em oportunidades de melhorias.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste estudo é realizar um diagnóstico da condição de trabalho atual de remover a caixa de semente da embalagem, propondo uma melhoria na ergonomia no processo, diminuindo a exposição das atividades que afetam diretamente a ergonomia do trabalhador.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- Aplicar ferramentas de análise ergonômica no trabalho, baseadas em pesquisa dos métodos aplicados à ergonomia;
- Auxiliar no desenvolvimento do novo conceito de embalagem;
- Testar a nova embalagem no processo.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresentará conceitos teóricos dos principais assuntos abordados neste estudo, de modo a facilitar a compreensão do leitor com o mesmo.

### 2.1 ERGONOMIA

O termo ergonomia deriva do grego: ergon = trabalho e nomos = leis ou normas. Desta maneira, a ergonomia pode ser expressa como a ciência da conformação do trabalho ajustada as condições humanas (GRANDJEAN, 2005).

Segundo Barbosa (2009), a ergonomia está inclusa no estudo dos objetos e aparatos que o homem possui envolvimento durante o período de execução das suas diversas tarefas do dia-a-dia, em relação ao projeto de um novo produto são consideradas todas as características, onde incluem as suas dimensões biomecânicas, fisiológicas e psicológicas.

De acordo com a Norma Regulamentadora 17 - (NR17), estipulada ao assunto ergonomia, onde tende a disponibilizar ao operador condições confortáveis de trabalho, a empresa empregadora precisa obter a análise ergonômica das áreas de trabalho, se comprometendo em analisar as condições trabalhistas constituídas pela norma regulamentadora conforme apresentado 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).

Normalmente as empresas usam três tipos de ergonomia, de concepção, conscientização e correção. A ergonomia de concepção analisa a fase inicial do projeto, o que se conhece sobre o homem e todas as partes que compõem o posto de trabalho, sistema de produção, ferramentas, dispositivo e máquinas. Já a ergonomia de conscientização relaciona à conscientização através de treinamentos e reciclagens, informando os trabalhadores sobre os riscos e maneiras corretas de



realizar suas atividades. A ergonomia de correção auxilia nas melhorias das condições de trabalho existentes, mas muitas vezes de forma parcial e apresenta baixos resultados (ABRANTES, 2004).

A ergonomia observa muitos fatores: a postura e os movimentos do corpo sentado, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas. Também aspectos ambientais como, vibrações, iluminação, ruídos, intempéries e produtos químicos, as informações captadas pela audição, visão e demais sentidos, além de responsabilidades e atividades. A utilização correta desses elementos possibilita projetar estações de trabalho seguras, com maior conforto e eficiência, de tal maneira que pode ser aplicado no trabalho, assim como na vida cotidiana (IIDA, 2005).

Segundo Iida (2005), para chegar a sua função, a ergonomia analisa vários fatores comportamentais do homem no trabalho e outros aspectos fundamentais para o projeto como:

- Informação - Entende-se às relações que há entre os elementos de um sistema, a transferência das informações, o processamento e a tomada de decisões;
- Consequências do trabalho - Neste termo incluem-se as informações de controles quanto atividades de inspeções, estudos das falhas e acidentes, também dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e stress;
- O homem - Atributos físicos, fisiológicos e sociais do operador, além da influência do gênero, faixa etária, treinamento e motivação;
- Máquina - Refere-se às máquinas e materiais que o colaborador utiliza na sua atividade, juntamente com os equipamentos, ferramentas, os mobiliários e as instalações;
- Ambiente - É as condições do ambiente físico em que o trabalhador está exposto durante suas atividades, como a temperatura, vibrações, luz, cores, gases, ruídos, entre outros;
- Organização - Engloba a conjugação dos termos, anteriormente mencionados, no sistema produtivo, verificando fatores como horários e turnos de trabalho e construção de equipes.

## 2.2 MÉTODOS DE ANÁLISE ERGONÔMICA E SEGURANÇA DO TRABALHO

No contexto atual, existem vários métodos, processos e ferramentas auxiliares na identificação de condições prejudiciais à saúde e performance do operador no seu setor de trabalho, sendo elas ambientais, posturais ou organizacionais. Os diversos métodos de análises ergonômicas do trabalho estão situados na análise das tarefas, baseadas nas informações obtidas com as condições de trabalho, promovendo a adequação da atividade ao trabalhador e visando seu foco para os elementos de uma condição de trabalho específica, contribuindo para a sua mudança de forma positiva (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

Santos e Santos (2006), entendem que o diagnóstico ergonômico do trabalho define-se em estudar aspectos de valor sobre a performance global dos sistemas homem e trabalho, qualidade e produtividade e saúde e segurança do trabalho.

Através da utilização de métodos de análise ergonômica do trabalho, é possível conhecer e perceber toda a ergonomia de uma operação. Por meio do diagnóstico, pode-se identificar situações como o tempo da jornada de trabalho, a tarefa exercida, o ciclo, o número de movimentos realizados, as paradas, as posturas incorretas, o esforço muscular realizado, o compasso para o desempenho da atividade, bem como ferramentas e equipamentos utilizados no processo (IIDA, 2005).

Iida (2005) ainda define que, a Análise ergonômica do trabalho (AET) permite utilizar o conhecimento da ergonomia para avaliar, diagnosticar e corrigir uma condição real de trabalho. Ela foi elaborada por pesquisadores franceses e se traduz como um exemplo de ergonomia de correção. A metodologia AET é composta por cinco etapas:

- Análise da demanda: É conceituada como uma situação que apresenta problema, que seja necessário uma análise ergonômica. Esta análise da necessidade aponta a natureza e a dimensão da problemática estudada.
- Análise da tarefa: É o somatório dos objetivos determinados, que os colaboradores precisam desempenhar. A AET trata de um plano de atividade e pode encontrar-se nos documentos formais. Ela avalia o que é

diferente entre o que é determinado e o que é realizado. Este processo pode acontecer por meio das condições reais (máquinas desajustadas, materiais irregulares) onde não condiz com o que estava planejado e também pelo motivo dos trabalhadores não seguirem o método estabelecido.

- **Análise da atividade:** Entende-se ao comportamento do trabalhador no decorrer de sua atividade, ou ainda, o modo como o homem executa a tarefa para alcançar os objetivos que lhe foram definidos. É consequência de uma etapa de adaptação e regulamentação sobre os diversos aspectos envolvidos na atividade. Podem ser classificados por três maneiras: conteúdo de trabalho (regras, objetivos e normas); organização de trabalho (formação de equipes, turnos e horários); e através de meios técnicos (ambiente térmico, máquinas, equipamentos, arranjo e dimensionamento do posto de trabalho).
- **Formulação do diagnóstico:** Através dele é possível identificar os motivos que causam o problema determinado na demanda. Tem relação com vários fatores entrelaçados ao trabalho e a empresa, que intervêm no desempenho da atividade.
- **Recomendações ergonômicas:** Elas dizem respeito às atitudes que devem ser executadas para resolver o problema deparado. As recomendações precisam ser explicadas claramente, descrevendo todos os processos necessários para corrigir o problema.

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

Esta ferramenta de avaliação ergonômica é empregada através da utilização de planilha, onde identifica-se a probabilidade, exposição e a gravidade nas diversas atividades executadas em um processo (DEERE, 2014 – JDHS 6).

O SERA é aplicado através de um time engajado, constituído por profissionais de diferentes áreas e funções, tais como: engenharia de manufatura, departamento de segurança do trabalho, supervisor da área, representante da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e trabalhadores que executam a tarefa, além de

outras áreas ativas, tais como ergonomia e projeto de produto que podem participar do time, quando houver necessidade (DEERE, 2014 – JDHS 6).

O resultado quantitativo desta ferramenta origina um RPN (Número Prioritário de Risco). O RPN representa numericamente o nível de risco identificado em uma atividade em determinada área e é determinado pela multiplicação de três variáveis, que são: gravidade, exposição e probabilidade (DEERE, 2014 – JDHS 6).

A gravidade indica o quão grave pode ser uma lesão, caso o funcionário entre em contato com o perigo. Recomenda-se considerar a situação mais extrema e ser realista durante a avaliação do ciclo de trabalho. Esta gravidade pode ser expressa conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de Gravidade SERA

GRAVIDADE		
	<b>Critério: o quanto pode ser a gravidade da lesão</b>	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.

A exposição indica o ciclo em que o operador está exposto ao risco da tarefa, e conforme os níveis de exposição é possível classificá-las conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de Exposição SERA

EXPOSIÇÃO		
	<b>Critério: quantas vezes o operador está exposto ao risco no ciclo de trabalho</b>	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 probabilidade é o último indicador do RPN, indica a probabilidade de ocorrer alguma lesão do funcionário quando estiver exposto ao risco. Este critério da probabilidade é classificado conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - 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	Improável	1

**Fonte:** Deere, 2014 – JDHS 6.

Após a coleta dos dados é possível classificar o RPN como sendo baixo, médio ou alto. A prioridade é trabalhar os de alto risco, pois indicam maior gravidade. A maneira de quantificar o RPN está expressa no Quadro 4.

Quadro 4 - 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.

Através da prioridade, entende-se que é possível tomar as decisões de onde aplicar foco e recursos para a melhoria na segurança dos processos. Outro fator é que o SERA serve também para sanar dúvidas quanto à realização dos processos, equalizando as informações referente aos riscos existentes obtidos com o RPN (DEERE, 2014 – JDHS 6).

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

A norma JDS-D86 orienta quanto aos critérios relevantes para considerar em projetos de postos de trabalho, equipamentos, ferramentas ou produtos, para obter informações referente a capacidade de fabricação nos diversos centros de distribuição de peças e fábricas da *Deere e Company*. Esta ferramenta contém orientações obrigatórias, que são visualizadas pelas palavras "necessário" ou "deve". As disposições obrigatórias se fazem necessárias para promover concordância com a norma. Nesta mesma ferramenta também pode haver

disposições de orientação que, são visualizadas pelas palavras "deve" ou "recomendado". A concordância com as disposições de orientação não é obrigatória, pois talvez não sejam apropriadas para todas as aplicações ou equipamentos (DEERE, 2014).

Esta ferramenta interna da empresa possui alguns fins para estudo, utilizando-a essencialmente na melhoria das condições de trabalho dos operadores, em relação a posturas inadequadas, aspectos de riscos ergonômicos, alcance estendidos, tarefas frequentes e não frequentes (DEERE, 2014).

A norma (DEERE, 2014) cita que, as formas de postura possuem três níveis de categoria em que indicam as situações ideais para a realização dos processos de cada área. Elas dividem-se através de um sistema diferenciado por cores, onde disponibilizam-se da seguinte maneira:

**Sistema de classificação Verde (Alvo):** Os riscos com acidentes individuais são insignificantes ou aceitavelmente baixos.

**Sistema de classificação Amarelo (Condicionalmente aceitável):** Nesta condição há riscos de acidentes individuais que não devem ser negligenciados, para alguns ou toda a população de operadores.

**Sistema de classificação Vermelho (risco aumentado):** O risco de acidentes individuais é eminente e expõe uma gama maior de operadores em risco ergonômico para tarefas frequentes e intermitentes.

Estas utilizações de cores auxiliam na interpretação das condições mais adequadas e seguras para executar determinada tarefa, contribuindo, desta maneira, as engenharias de desenvolvimento de produto e de manufatura quando for necessário tomar uma decisão durante o desenvolvimento de uma operação ou máquina. A utilização destas orientações apresenta um ganho vital no arranjo dos processos laborais dos operadores, pois estes conseguem desempenhar suas atividades com uma condição ergonomicamente correta e segura, tendendo contribuir com a produtividade e saúde (DEERE, 2014).

A partir do momento em que for desenvolvido um local de trabalho ou processo, é importante verificar em que medida populacional está inserida a parcela

de trabalhadores que será estudada, de acordo com o Quadro 05.

Quadro 5 - 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)
	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 (27.4)	488 (19.2)
	95° Percentil Masculino	1880	1775	1575	1200	850	610
Europa (exceto Alemanha)	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, Ásia são oriundos de ISSO TR 7250-2, exceto para altura do descanso de mão.  
 \* os dados de 50° Percentil Misto de Gênero estão disponíveis somente para População da América do Norte.  
 \* Os dados da Alemanha são derivados de BGI 523  
 \* Altura do descanso de mão e os dedos da América Latina são provenientes das orientações de projeto ergonômicos para engenheiros.

**Fonte:** Deere, 2014.

Na Figura 1, seguem posturas que criam um maior risco de mal-estar ou acidentes pessoais quando mantidas por longos períodos de tempo (> 20 s) ou quando realizadas com maior frequência (> 2/min) (DEERE, 2014).



Figura 1 - Fatores de Risco de Posturas































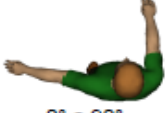

















Parte do Corpo	Verde (alvo)	Amarelo (Condicionalmente aceitável)	Vermelho (Maior Risco)
Flexão de Pescoço e Cabeça	 < 10°	 10° a 20°	 > 20°
Curvatura Lateral do Pescoço	 < 5°	 5° a 10°	 > 10°
Extensão de Pescoço	 < 5°	 5° a 10°	 > 10°
Rotação de Pescoço	 < 10°	 10° a 20°	 > 20°
Flexão de Costas	 < 20°	 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°
Flexão de Ombros (para a frente e para o lado)	 < 20°	 20° a 60°	 > 60°
Extensão de Ombros (alcance atrás)	 Nenhuma extensão	 0° a 20°	 > 20°
Abdução/adução de ombros	 0° a 90°	 90° a 100°	 Alcance atrás ou além do centro do corpo

Figura 1 - Fatores de Risco de Posturas (continuação)

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°
Extensão do Pulso	 Alinhado com o antebraço	 0° a 15°	 > 15°
Desvio Radial e Ulnar	 Alinhado com o antebraço	 0° a 10°	 > 10°

**Fonte:** Deere, 2014.

Para um bom desempenho das articulações é necessário que estejam mantidas na posição neutra, ou seja, em uma posição em que os músculos e ligamentos são esticados o menos possível, sendo tensionados ao mínimo. Alguns exemplos de má postura podem ser observados quando as articulações não estão em posição neutra, ou quando se permanece com os braços erguidos, pernas levantadas, tronco inclinado e cabeça abaixada (DEERE, 2014).

Já as posturas torcidas do tronco causam tensões indesejáveis nas vértebras, fazendo com que os discos elásticos que existem entre as vértebras sejam tensionados, e as articulações e músculos que existem nos dois lados da coluna vertebral sejam submetidos a cargas assimétricas, sendo isto prejudicial à saúde e desempenho do trabalhador (DEERE, 2014).

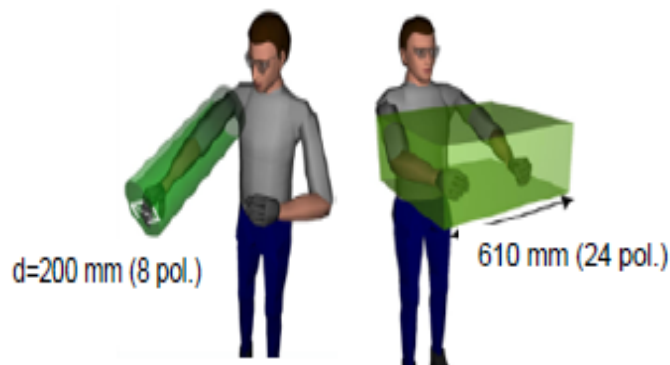
Os movimentos bruscos tendem a produzir alta tensão, de curta duração, resultando em um pico de tensão de aceleração do movimento, por este motivo o levantamento de força deve ser realizado de forma gradual. O que justifica a necessidade de pré-aquecer a musculatura antes de se fazer um grande esforço,

sendo que movimentos devem ter um ritmo suave e contínuo (DEERE, 2014).

Outro fator importante para ser analisado com esta ferramenta ergonômica é o espaço disponível para o trabalho com os braços, pois estes membros precisam estar livres para facilitar o acesso às diferentes atividades a serem realizadas.

A Figura 2 representa a folga para braços, onde os braços devem ser projetados para acomodar o 95º percentil masculino (DEERE, 2014). Se entende que através destas dimensões o trabalho pode ser realizado de forma ergonomicamente correta e segura.

Figura 2 - Folga para braços














**Fonte:** Deere, 2014.

Conforme a norma DEERE (2014), os requisitos de resistência devem ser projetados para acomodar 75% da população feminina, o que acomoda 99% da população masculina aproximadamente. As forças demonstradas na JDS-D86 devem ser adaptadas para atividades de alta frequência e para atividades realizadas com menor frequência durante o dia.

Esses valores de força não são destinados a tarefas de manipulação manual de materiais, como elevar, empurrar, puxar e carregar contêineres e peças. Esses valores de força destinam-se a forças necessárias para pressionar as peças no local, ajustar acopladores, apertar acessórios, entre outros. Na Figura 3 seguem algumas recomendações que devem ser seguidas para a realização de atividades diversas. Os valores verdes são as forças-alvo recomendadas para atividades frequentes. Considera-se que os valores de vermelhos aumentam o risco para qualquer tarefa. Se os valores medidos ultrapassarem os limites vermelhos, então as forças deverão

ser reduzidas a limites aceitáveis por meio de um novo projeto do trabalho ou ferramentas (DEERE, 2014).

Figura 3 - Resistência de Aperto e das Mãos como uma Função da Postura

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.

### 2.3 CONCEITOS DE EMBALAGEM

Embalagem pode ser definida como um sistema integrado de materiais e equipamentos desenvolvidos com o objetivo de levar aos clientes os produtos, com a

função de envolver, conter e proteger produtos durante a sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo. Se entende que, para o cliente final, uma embalagem é um meio de atender e superar suas expectativas e desejo de consumo do produto, ou ainda, pode ser o sistema integrado de materiais e equipamentos com que se procura levar os produtos até o consumidor final (MOURA; BANZATO, 1990).

Segundo Pereira (2003), as embalagens são divididas em dois grupos: embalagens de consumo, que entram em contato direto com o consumidor final, e embalagens de transporte, cuja função é de proteger a embalagem de consumo durante sua movimentação. No entendimento do autor, estes dois tipos de embalagens devem receber atenção no desenvolvimento do projeto, tanto na escolha dos materiais a serem utilizados quanto na escolha das formas, para que sejam eficazes no seu objetivo.

A danificação e, conseqüentemente, o descarte de embalagens de acondicionamento e transporte de peças é uma condição que pode ser prejudicial ao fluxo reverso, programação e qualidade do abastecimento. Um projeto de embalagem que proporciona resistência estrutural específica a um tipo de peça, não padronizada, pode reduzir o descarte e também favorecer uma melhor utilização de espaço no transporte (MOURA; BANZATO, 1990).

#### 2.4 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO PARA EMBALAGEM

Gurgel (2014) divide o projeto em cinco etapas; sendo a primeira a definição da proposta de trabalho, seguida do desenvolvimento tecnológico, avaliação econômica do projeto, viabilidade comercial da embalagem e, por último, a revisão crítica. As pessoas responsáveis pelo projeto deste tipo de embalagem devem ter mais cautela durante este desenvolvimento e com os testes que devem seguir a legislação e normas para a classe destes produtos.

Todo o desenvolvimento da embalagem deve ser realizado analisando o contexto em que o produto está inserido. A embalagem precisa ser física e quimicamente compatível com o produto e com o ambiente no qual estará exposta. A maioria das danificações sofridas por um produto deve-se a vibração e aos impactos mecânicos ocorridos durante a movimentação e o transporte, onde

abrange todos os tipos de movimentação, manual ou por equipamentos (CARVALHO, 2008).

Carvalho (2008) ainda define que, a causa dos problemas é relativa ao desenvolvimento do projeto sem levar em consideração todos os pontos necessários que estão ligados ao produto, tais como: aquisição do material de embalagem, montagem da embalagem, enchimento, distribuição e cliente. É importante salientar também que, nos últimos anos, as empresas passaram a especificar as embalagens das matérias-primas adquiridas para a fabricação de seus produtos.

Um projeto de embalagem para acondicionamento precisa garantir a proteção das peças ou produtos, prezando pela sua qualidade desde o fornecedor até o ponto de consumo e, ao mesmo tempo, deve estar ligado em toda cadeia de suprimentos, proporcionando um manuseio, armazenagem e transporte seguro, efetivando as funções básicas de contenção, proteção e segurança da operação (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

## 2.5 MANUTENÇÃO

De acordo com Pinto e Xavier (2001), a missão da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de tal maneira que atenda a um processo de produção ou serviço, mantendo a segurança, confiabilidade, preservando o meio ambiente e adequando custos.

Podemos dizer que a manutenção impacta diretamente na disponibilidade dos processos e equipamentos, quando aplicada de forma corretiva pode contribuir para aumento dos custos e nervosismo durante o processo. A manutenção, vista como função estratégica, responde diretamente pela disponibilidade e confiabilidade dos ativos físicos e qualidade dos produtos finais, representando, portanto, importância capital nos resultados da empresa (TAVARES, 2005).

É necessário planejar a manutenção, de maneira a administrar corretamente as mais diversas variáveis envolvidas em sua gestão: desde o planejamento de compras e dimensionamento de estoques de materiais até a interferência na produção, com planos de paradas (COSTA, 2013).

## 2.6 PRODUTIVIDADE

A produtividade é a relação entre a quantidade de produtos ou serviços produzidos e a quantidade de recursos utilizados. Quanto menor for a quantidade de recursos utilizados para entregar a mesma quantidade de produtos ou mais, maior será a produtividade (GAITHER; GREG, 2001).

Segundo Moreira (1996), a produtividade se tornou primordial dentro das organizações, tornando-se um referencial para o aumento dos lucros e sobrevivência, a busca por esses dois objetivos resulta no melhor aproveitamento de funcionários, máquinas, energia, combustíveis consumidos, matéria-prima, entre outros.

O aumento da produtividade gera muitos benefícios que atingem a empresa como um todo. O monitoramento pode ser realizado na empresa, departamentos e funções particulares e esses resultados podem influenciar na rotina de trabalho e planejamento (MOREIRA, 1996).

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará quais serão os caminhos utilizados para alcançar o resultado final, onde traz a explicação detalhada de toda ação desenvolvida no decorrer do trabalho.

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Considerando os objetivos elencados para a solução do problema, optou-se pelo desenvolvimento de um estudo de caso. Segundo Gil (2008), o estudo de caso é caracterizado pelo estudo aprofundado de uma atividade, de modo a permitir um maior conhecimento amplo e detalhado.

Esta pesquisa é considerada como exploratória, pois tem como finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias considerando o problema a ser estudado (GIL, 2008).

De modo a identificar oportunidades de melhoria na embalagem em questão, permitindo melhor condição de trabalho no setor de montagem da caixa de semente na plantadeira, serão utilizadas ferramentas de análise ergonômica no processo de remoção dos parafusos que fazem a fixação da caixa na embalagem. Antes de definir quais ferramentas utilizar para este trabalho de verificação serão consultados os técnicos de segurança da empresa para obter informações e sugestões sobre o estudo que será realizado.

Para obter uma condição de trabalho adequada e ergonomicamente correta, serão adotadas duas ferramentas de análise ergonômica, a norma JDS-D86 e o SERA, onde abordam considerações sobre a postura, folgas de trabalho, forças admissíveis, atividades de manipulação manual de materiais, vibrações, projetos de ferramentas, problemas térmicos, iluminação, entre outras.

Durante a coleta dos dados, foi realizado um questionário com os trabalhadores que desempenham a atividade diariamente, a fim de adquirir com precisão os pontos avaliados.

Para realizar o projeto da embalagem será contratado o serviço de uma empresa terceira, onde através do modelador PRO-E 4.0 desenvolver-se-á o novo



conceito de fixação da peça na embalagem. Esta mesma empresa irá fabricar um protótipo da embalagem para condicionar a realização dos testes práticos necessários para o processo.

### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a realização das atividades, serão utilizados alguns materiais a fim de obter maior facilidade e praticidade no desenvolvimento das mesmas. Primeiramente para realizar o estudo será necessário ir até o ponto de consumo onde o item é utilizado, desta forma pode-se aplicar as ferramentas de análise ergonômica e verificar na prática a maneira como esta atividade é executada atualmente.

Os principais equipamentos a serem utilizados serão uma máquina empilhadeira a combustão para movimentar esta embalagem, um rebocador elétrico para transportar a embalagem até o ponto de montagem da peça, uma máquina fotográfica para registrar as imagens e um computador para realizar os cálculos e inserir os dados coletados. Para registro dos resultados será trabalhado com o *software* Excel e com as ferramentas SERA e JDS-D86.

Os montadores também serão entrevistados para entender as suas dificuldades e sentimentos em relação ao processo atual, contribuindo para o entendimento do processo e na projeção do novo conceito de fixação da peça na embalagem.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentadas as análises e os resultados alcançados utilizando como base, os conceitos apresentados na revisão da literatura.

### 4.1 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO ATUAL

Durante o processo de remoção dos parafusos de fixação da caixa de semente, exige-se uma postura inadequada do operador por um determinado período de tempo, conforme é possível verificar na Figura 4.

Figura 4 - Processo de Retirada dos Parafusos de Fixação



**Fonte:** O autor, 2018.

Esta atividade é realizada de forma manual durante várias vezes ao dia, contribuindo para o desconforto do colaborador que aumenta no decorrer de sua jornada de trabalho.

Os parafusos são fixados na peça e na embalagem conforme a Figura 5. Cada caixa de semente é fixada por seis parafusos, três de cada lado, mantendo uma distância padrão entre os espaçamentos entre eles.

Figura 5 - Conceito de Fixação dos Parafusos



**Fonte:** O autor, 2018.

Todos os parafusos possuem o mesmo dimensional e são fabricados com o mesmo material, o que mantém uniformidade de fixação.

No ano de 2019, estão previstas a montagem de 1374 caixas de semente para este modelo específico de plantadeira, com esta demanda será necessário remover 8244 parafusos de fixação da peça na embalagem para atender a necessidade de produção, conforme pode-se visualizar no Quadro 6.

Quadro 6 - Total de Parafusos Removidos/ano

Descrição	Montagem de caixas de semente (2019)	Quantidade de parafusos por embalagem	Total de parafusos removidos/ano
Caixa de semente	1374	6	8244

**Fonte:** O autor, 2018.

O processo de remoção dos parafusos de fixação é realizado de forma manual, tendo uma grande dificuldade devido a oxidação na rosca do parafuso, conforme Figura 6. Esta oxidação é influenciada pela armazenagem das embalagens que está localizada no pátio da empresa em área externa, sem cobertura.

Figura 6 - Parafusos com Rosca Oxidada



**Fonte:** O autor, 2018

Estes componentes ficam expostos e sujeitos a intempéries, vindo a danificar as propriedades do material e iniciar a corrosão.

#### 4.1.1 Avaliação ergonômica

Visando entender as necessidades dos trabalhadores e as melhores condições para o desempenho desta atividade, proporcionando mais conforto as condições operacionais dos montadores, foram utilizadas duas ferramentas que permitiram verificar quais seriam as melhores aplicações à tarefa analisada, são elas: SERA e JDS-D86.

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

Ao realizar o trabalho de remover os parafusos de fixação da caixa de semente, foi necessário acompanhar a tarefa na montagem e aplicar a ferramenta do SERA (Avaliação de Risco em Segurança e Ergonomia) a fim de obter todos os dados que contemplam esta atividade.

Para a coleta dos dados foram convidadas algumas pessoas representantes de algumas áreas para aplicar o uso da ferramenta, tais como: técnico de

segurança, engenheiro de manufatura, engenheiro da qualidade, engenheiro de produto, supervisor da área de montagem, montadores e engenharia de logística. Foi agendado um horário com antecedência para realizar os testes, a fim de permitir a máxima participação de todos os envolvidos.

Os maiores indícios de riscos pontuados durante a realização da tarefa de remover os parafusos de fixação da caixa de semente na montagem, foram o trabalho fora da zona de conforto e o trabalho repetitivo, onde obteve-se o RPN (Número Prioritário de Risco) igual a 24, permanecendo em uma faixa de risco médio. A maneira pela qual originou este RPN é evidenciada através da multiplicação dos três valores identificados, grau 04 em gravidade, grau 02 em exposição e grau 03 em probabilidade, conforme o Quadro 7.

Quadro 7 - Avaliação do SERA

	Gravidade	Exposição	Probabilidade	RPN
Resultado quantitativo	4	2	3	24

**Fonte:** Deere, 2014 – JDHS 6.

A gravidade com resultado 4 demonstra que, caso haja uma lesão, esta pode ser sem afastamento com cirurgia ou restrição. A exposição com resultado 2 demonstra que, em 20% do ciclo de trabalho, o trabalhador está desempenhando o processo de remoção dos parafusos de fixação da caixa de semente. Já a probabilidade com resultado 3 demonstra que em algum momento pode haver um incidente causado devido ao risco exposto, de forma ocasional.












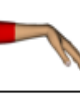



Atualmente, a medida existente para conter o desconforto é a ginástica laboral, a qual é realizada diariamente através do acompanhamento de um profissional, durante um período de aproximadamente 15 minutos. Também nestes casos deve-se realizar um rodízio entre os montadores, onde cada trabalhador realiza outras atividades diferentes das atuais, colaborando assim para reduzir o tempo de exposição ao risco e, conseqüentemente, diminuir a probabilidade de uma lesão mais grave originada no setor de trabalho.

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

Para demonstrar os fatores ergonômicos existentes nesta atividade, aplicou-se também a ferramenta JDS-D86. Utilizando-se do mesmo grupo multifuncional onde foi aplicada a ferramenta SERA, foi reunida a equipe composta por um técnico de segurança, engenheiro de manufatura, engenheiro da qualidade, engenheiro de produto, supervisor da área de montagem, montadores e engenharia de logística para juntos avaliarem a operação e identificar, através da planilha do JDS-D86, quais os riscos em que estão sujeitos os operadores e o nível em cada um deles. A exemplo do planejado com a ferramenta anterior, foi agendado um horário com antecedência para realizar os testes, a fim de permitir a máxima participação de todos os envolvidos.

Conforme está definido no processo, realizou-se o trabalho normalmente, onde foi identificado e quantificado os riscos que existem nesta atividade, as partes de maior tensionamento e esforço dos membros do corpo. Os movimentos e posturas que são realizadas pelos trabalhadores durante a tarefa de remover os parafusos de fixação da caixa de semente estão demonstrados no Quadro 8.

Quadro 8 - Avaliação do JDS-D86

<b>Avaliador</b>	Osiel R. Fagundes					
<b>Data</b>	30/08/2018					
<b>Atividade</b>	Remover parafuso de fixação da caixa de semente					
	<b>Parte do corpo</b>	<b>Ideal</b>	<b>Risco Aumentado</b>	<b>Valor</b>	<b>Frequencia</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Posturas</b>	Curvatura lateral do pescoço	<5 deg 	>10 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Flexão de costas	<20 deg 	>45 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Curvatura lateral das costas	Sem curvatura 	>10 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Torção das costas	Sem torção 	>15 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Rotação do antebraço	Aperto de mão 	>45 de 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Flexão do pulso	Alinhado com o antebraço 	>15 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
<b>Folgas</b>	Folgas para Braço	>20 cm 	< 20 cm	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Afastamento do corpo	>61 cm 	<61 cm	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
<b>Aperto das mãos</b>	Chave de aperto	<3.5 kg 	≥ 5 kg	<b>Amarelo</b>	pouco tempo de clique	4

**Fonte:** Deere, 2014.

Estas posturas e movimentos utilizados servem como base para obter informações quantitativas deste processo, onde é possível mensurar o grau de risco em que o trabalhador está exposto.

#### 4.1.2 Manutenção com correntes e parafusos

Quando a peça é retirada da embalagem a mesma deve retornar vazia para o fornecedor carregar com peças novamente, mas durante o processo de movimentação com a empilhadeira a combustão as correntes e os parafusos da

embalagem ficam expostos na área de atuação dos garfos da empilhadeira, conforme Figura 7.

Figura 7 - Interferência dos Garfos da Empilhadeira com os Componentes de Fixação da Peça



**Fonte:** O autor, 2018.

Com esta condição atual tem-se vários registros de manutenção e substituição destes componentes que danificam durante o processo de transporte, conforme Figura 8. Neste caso é um exemplo de correntes sem parafusos de fixação.

Figura 8 - Corrente sem Parafuso de Fixação



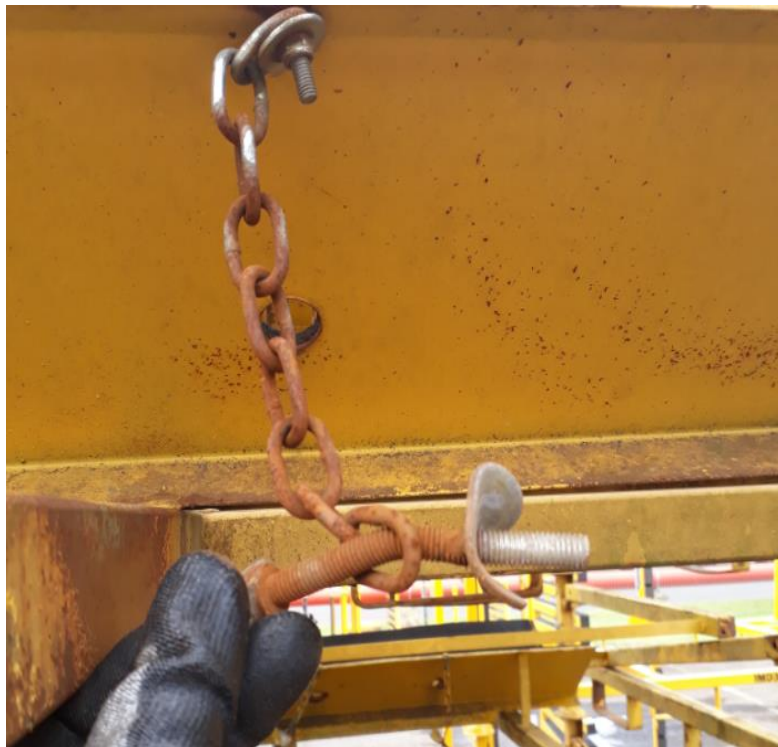


**Fonte:** O autor, 2018.

Além de gerar um retrabalho e custos com estas manutenções, se perde tempo com atividades que não agregam valor ao produto.

Da mesma forma estes componentes entortam com o impacto dos equipamentos de movimentações, vindo a danificar o parafuso e impossibilitar sua função, conforme Figura 9.

Figura 9 - Parafuso de Fixação Torto



**Fonte:** O autor, 2018.

Atualmente há 370 embalagens no fluxo deste item, o que corresponde a 2220 parafusos e correntes que podem danificar e necessitar de manutenção.

É importante ressaltar que se tiver algum parafuso de fixação faltando nesta embalagem e não for encaminhado para o conserto, há um risco de segurança no transporte desta embalagem após ser carregada com a peça, pois algum ponto de fixação estará descoberto e a caixa de semente fica instável durante sua movimentação, tanto no fornecedor quanto na empresa.

### 4.1.3 Produtividade

Para remover os parafusos de fixação da peça na embalagem, é necessário considerar um determinado tempo para realizar esta atividade. Em cada peça montada na semeadora é removido seis parafusos de fixação da peça, o que representa 1 min nesta operação. No Quadro 9 é possível observar o tempo que será necessário para remover os parafusos de fixação durante a produção desta configuração de plantadeiras estimada para o ano de 2019.

Conforme já mencionado, devido a oxidação da rosca dos parafusos, o mesmo é forçado a rosquear na porca pelo fornecedor que realiza a fixação da peça na embalagem, desta forma para soltar os parafusos na montagem esta dificuldade é maior e automaticamente o esforço e tempo são maiores para realizar esta operação.

Quadro 9 - Tempo Total para Remover os Parafusos/ano

Descrição	Montagem de caixas de semente (2019)	Quantidade de parafusos por embalagem	Total de parafusos removidos/ano	Tempo para remover um parafuso (min)	Tempo total para remover os parafusos/ano (min)
Caixa de semente	1374	6	8244	0,166	1368,5

**Fonte:** O autor, 2018.

De acordo com os dados apresentados evidencia-se que grande parte do tempo de processo neste setor em 2019 será destinado a realizar esta atividade de remoção dos parafusos de fixação da peça.

## 4.2 PROPOSTA DE MELHORIA

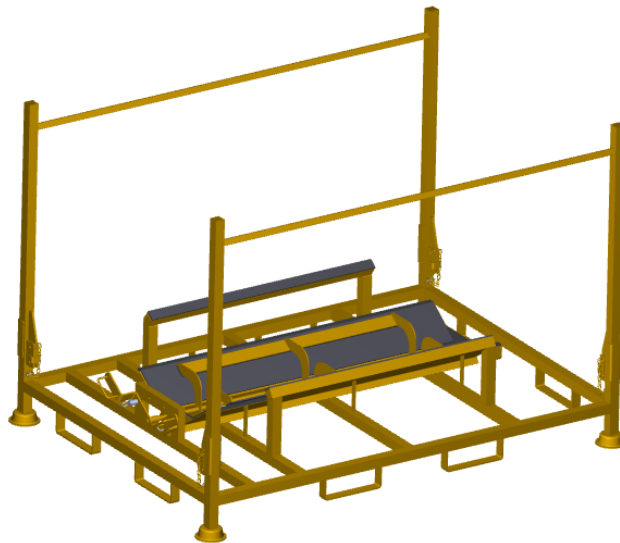
Verificando os dados coletados e as condições apresentadas durante o estudo, sugeriu-se uma proposta de um novo conceito de fixação da peça na embalagem para oferecer melhor conforto e praticidade durante o processo de montagem da caixa de semente.

A sugestão trata-se em projetar uma nova embalagem que permita a fixação do item sem a utilização de parafusos de fixação, para isto foi desenvolvido um conceito de eixo guia que quando acionado através de uma alavanca prende a peça

na embalagem e quando a posição da alavanca retorna ao estágio inicial desprende o eixo guia de fixação e solta a caixa de semente da embalagem.

A Figura 10 representa o projeto em 3D da embalagem, onde foi utilizado o *software* PRO-E 4.0 para realizar a modelagem.

Figura 10 - Modelo 3D da Embalagem



**Fonte:** O autor, 2018.

Após a aprovação do projeto da embalagem foi fabricado um protótipo para realizar os testes práticos durante o processo, desde o fornecedor até a empresa, finalizando com a montagem da caixa de semente na plantadeira.

Na Figura 11 verifica-se o protótipo fabricado para os testes, onde foram eliminados os parafusos de fixação.

Figura 11 - Protótipo do Novo Conceito de Fixação da Peça



**Fonte:** O autor, 2018.

A estrutura da nova embalagem foi desenvolvida de acordo com a embalagem atual, o que alterou foi apenas o conceito de fixação da peça na embalagem.

Na Figura 12 é possível observar o teste realizado pelos montadores, onde o esforço é menor durante o processo de desprender a peça da embalagem.

Figura 12 - Teste do Novo Conceito de Fixação da Peça



**Fonte:** O autor, 2018.

Na imagem a seguir observa-se o funcionamento mecânico da embalagem, quando o manípulo da alavanca está na posição fechada, conforme Figura 13.

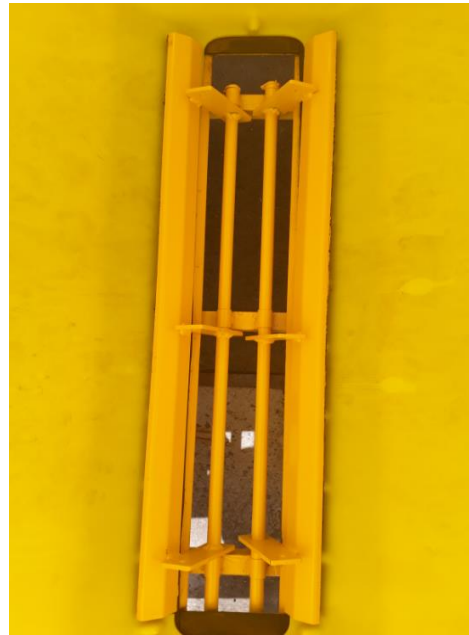
Figura 13 - Alavancas na Posição Fechada



**Fonte:** O autor, 2018.

O eixo guia mantém as cantoneiras de fixação fechadas para fixar a peça na embalagem através da abertura da caixa de semente, conforme Figura 14.

Figura 14 - Cantoneiras Fixando a Peça na Embalagem



**Fonte:** O autor, 2018.

A cantoneira de fixação prende a peça praticamente em toda a extensão da abertura da caixa de semente, contribuindo para o esforço uniforme em todos os pontos.

Já quando o manipulador está na posição aberta, o pino guia é encaixado no segundo ponto de apoio, conforme Figura 15.

Figura 15 - Alavancas na Posição Aberta



**Fonte:** O autor, 2018.

O eixo guia movimenta as cantoneiras de fixação para soltar a peça na embalagem, conforme Figura 16.

Figura 16 - Cantoneiras Desprendendo a Peça da Embalagem



**Fonte:** O autor, 2018.

O protótipo da embalagem foi testado com todos os montadores que executam esta atividade atualmente, abrangendo assim todas as possibilidades de manuseio com este novo conceito de fixação da peça.

O teste prático foi realizado três vezes para que os montadores se habituassem com o novo conceito de fixação e entendessem o seu funcionamento.

#### 4.2.1 Avaliação ergonômica

Para realizar a análise ergonômica com o novo modelo de embalagem foram utilizadas as mesmas ferramentas aplicadas no teste da embalagem atual, SERA e JDS-D86.

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

Com o protótipo da embalagem foi possível motivar novamente as pessoas envolvidas para aplicar a análise do SERA no processo e verificar quais seriam os novos resultados, tanto em números quanto no retorno dos funcionários que desempenham esta atividade.

A equipe (conforme mencionada no item 4.1.1.2) observou todos os pontos necessários e chegou-se aos resultados conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Avaliação do SERA para o Novo Conceito de Embalagem

	Gravidade	Exposição	Probabilidade	RPN
Resultado quantitativo	3	1	2	6

**Fonte:** Deere, 2014 – JDHS 6.

Através dos dados coletados gerou um RPN (Número Prioritário de Risco) igual a 6, permanecendo na faixa de risco baixo. A maneira pelo qual chegou-se à esse RPN é evidenciada pela multiplicação dos valores encontrados, grau 03 em gravidade, grau 01 em exposição e grau 02 em probabilidade.

Comparando os resultados, o RPN do SERA realizado com a embalagem atual foi de 24 (risco médio) e o RPN da embalagem nova baixou para 6 (risco baixo), desta forma ficou confirmado que o novo conceito proposto representou um ganho na segurança e ergonomia dos colaboradores.








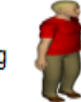


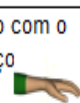




#### 4.2.1.2 Orientações de Projeto Ergonômico para Fabricação (John Deere Standard Design - JDS-D86)

Durante os preparativos para a realização dos testes com esta ferramenta gerou-se uma expectativa muito grande da equipe envolvida no estudo, pois para comprovar a melhoria esperada o resultado desta análise deveria ser positivo, assim como o encontrado na ferramenta SERA.

Através do uso desta ferramenta foi possível comprovar a melhoria esperada, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e melhorando a ergonomia na estação de trabalho.

Além dos resultados obtidos em números, os montadores foram questionados sobre a nova condição de fixação, e o resultado foi satisfatório, comprovando os números obtidos com o teste, conforme representados no Quadro 11.

Quadro 11 - Avaliação do JDS-D86 para o Novo Conceito de Embalagem

<b>Avaliador</b>	Osiel R. Fagundes					
<b>Data</b>	28/09/2018					
<b>Atividade</b>	Remover parafuso de fixação da caixa de semente					
	<b>Parte do corpo</b>	<b>Ideal</b>	<b>Risco Aumentado</b>	<b>Valor</b>	<b>Frequencia</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Posturas</b>	Curvatura lateral do pescoço	<5 deg 	>10 deg 			0
	Flexão de costas	<20 deg 	>45 deg 	<b>Vermelho</b>	poucas vezes ao dia	4
	Curvatura lateral das costas	Sem curvatura 	>10 deg 			0
	Torção das costas	Sem torção 	>15 deg 			0
	Rotação do antebraço	Aperto de mão 	>45 de 			0
	Flexão do pulso	Alinhado com o antebraço 	>15 deg 			0
<b>Folgas</b>	Folgas para Braço	>20 cm 	< 20 cm			0
	Afastamento do corpo	>61 cm 	:61 cm			0
<b>Aperto das mãos</b>	Chave de aperto	<3.5 kg 	≥ 5 kg	<b>Verde</b>	pouco tempo de cliço	3

Fonte: Deere, 2014



Comparando os resultados, o JDS-D86 realizado com a embalagem atual demonstrou oito posturas/posições com a cor vermelha e uma com a cor amarela, já o JDS-D86 da embalagem nova demonstrou apenas uma postura/posição com a cor vermelha e uma com a cor verde.

A redução do número de atividades de maior risco foi essencial para que o projeto pudesse evoluir para as etapas finais, pois através do resultado obtido foi possível comprovar o ganho em segurança, principalmente devido as melhores condições ergonômicas em que o novo conceito de fixação apresentou.

#### 4.2.2 Manutenção com correntes e parafusos

De acordo com o novo conceito de fixação da caixa de semente na embalagem, os parafusos e correntes foram eliminados deste processo. Se entende que os problemas e custos gerados com a condição anterior não estarão presentes a partir da utilização da nova embalagem.

A partir do momento em que as 370 embalagens forem readequadas para o novo conceito, será eliminado o processo de manutenção dos parafusos e correntes, o que representa em valores cerca de R\$ 7.400,00/ano.

#### 4.2.3 Produtividade

Durante os testes aplicados com as ferramentas ergonômicas, também no mesmo momento foi medido o tempo necessário para movimentar os manípulos utilizados para desprender a fixação da peça na nova embalagem.

O Objetivo deste levantamento era para verificar se houve perda ou ganho de produtividade. O Quadro 12 demonstra o resultado obtido.

Quadro 12 - Tempo total para movimentar os manípulos

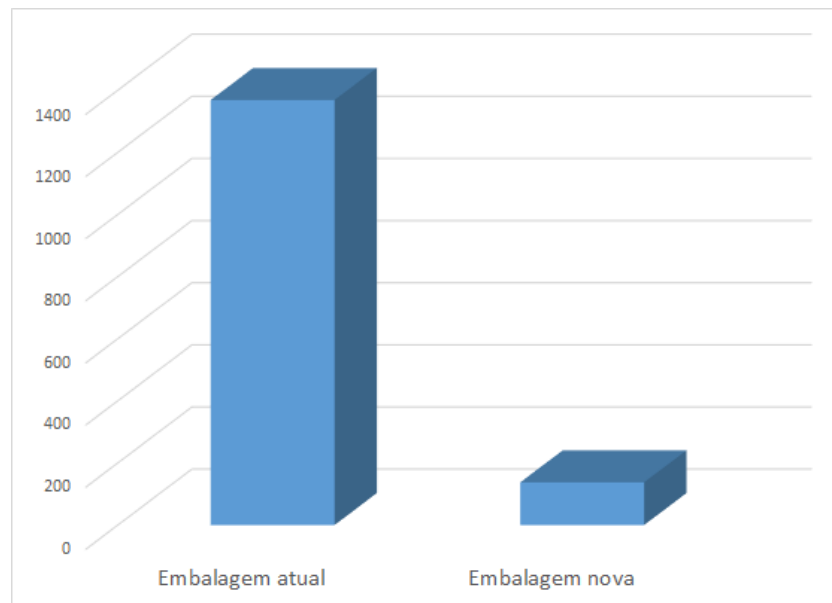
Descrição	Montagem de caixas de semente (2019)	Quantidade de manípulos por embalagem	Total de manípulos movidos/ano	Tempo para remover um manípulo (min)	Tempo total para remover os manípulos/ano (min)
Caixa de semente	1374	2	2748	0,05	137,4

**Fonte:** O autor, 2018.

É evidente que de acordo com os resultados atingidos, houve uma redução considerável do tempo para este processo. Devido este novo conceito de fixação ser mais prático e ágil diminuiu o tempo necessário para realizar esta atividade.

Na Figura 17 verifica-se o comparativo entre os tempos de operação para remover os dispositivos de fixação da peça na embalagem.

Figura 17 – Gráfico do tempo Total para Remover Dispositivos de Fixação em 2019 (min)



**Fonte:** O autor, 2018.

De acordo com os dados apresentados é possível identificar um ganho de 90% em produtividade, comparando a atividade atual com a nova proposta.

Com a redução do tempo de processo através do novo conceito de embalagem pode-se utilizar este ganho para o setor realizar outras atividades que não estavam em seu escopo.

## CONCLUSÃO

A partir dos conceitos compartilhados na revisão bibliográfica, foi possível conhecer e aprofundar os estudos de algumas das ferramentas ergonômicas que podem ser utilizadas por engenheiros no decorrer do desenvolvimento de um novo projeto ou na melhoria contínua de algum processo já existente. Possibilitou-se evidenciar que nem sempre uma única ferramenta contempla todos os mais variados objetivos existentes nas necessidades ergonômicas, sendo assim, o estudo apresentou duas opções que podem ser utilizadas juntas ou separadamente.

Através do estudo das ferramentas ergonômicas permitiu-se comprovar que o processo de remover os parafusos de fixação da caixa de semente requer movimentos e esforços maiores, entretanto, aplicando-se as ferramentas SERA e JDS-D86, possibilitou-se demonstrar em números os riscos expostos desta atividade.

Por meio do SERA realizado obteve-se um RPN de 24, o que representa um risco médio e, aplicando-se esta mesma ferramenta para a análise do novo conceito de embalagem, possibilitou-se reduzir este valor para um número de 6, o qual se enquadra como risco baixo. Com a aplicação do JDS-D86 obteve-se oito posições de trabalho consideradas vermelhas, já o mesmo estudo realizado na embalagem nova apresentou somente uma posição de trabalho considerada vermelha.

Sendo assim, com a aplicação de ferramentas ergonômicas adquiriu-se o conhecimento técnico do processo de remover os dispositivos de fixação da caixa de semente da embalagem e uma visão crítica da tarefa, com o objetivo de promover o bem-estar dos trabalhadores. Com o estudo concretizado, pôde-se demonstrar na prática os conhecimentos adquiridos e propor um setor de trabalho mais seguro. Também houve ganho em produtividade e redução de custo no processo de manutenção da embalagem atual. Todas as embalagens serão readequadas para o novo conceito de fixação da peça, a fim de efetivar todos os ganhos estimados neste estudo.

Desta forma, este estudo também serve para motivar trabalhos futuros onde possam visar uma melhoria no conceito proposto, principalmente para verificar a possibilidade de eliminar o movimento em que o trabalhador se agacha para movimentar os manípulos de movimentação.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. F. **Atualidades em ergonomia**: Logística, movimentação de materiais, engenharia industrial e escritórios. São Paulo: Instituto IMAM, 2004.
- BARBOSA, Antônio Nunes Filho. **Projeto e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial**: os Processos de Integração da Cadeia de Suprimento. 3. ed. São Paulo. Ed. Atlas, 2001.
- CARVALHO, M. A. **Engenharia de Embalagens**: uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagens. 4. ed. São Paulo: Ed. Novatec, 2008.
- COSTA, M. A. **Gestão Estratégica Da Manutenção**: Uma Oportunidade Para Melhorar O Resultado Operacional. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora – Minas Gerais, 2013.
- DEERE, Company. JDHS 6. **John Deere Health and Safety 6**. 1.ed. Moline, EUA, 2014 a.
- DEERE, Company. JDS-D86. **Manual de projeto ergonômico para Fabricação**. 2. ed. Moline, EUA, 2014 b.
- DUL, J.; WEERDMEEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.
- GAITHER, N.; GREG F. **Administração da produção e operações**. Trad. de J.C.B dos Santos. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia**: Adaptando o Trabalho ao Homem. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2005.
- GURGEL, F. A. **Administração da embalagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed.SENAC, 2014.
- IIDA, I. **Ergonomia, Projeto e Produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- MOREIRA, D. A.; **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1996.
- MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Embalagem, unitização e containerização**. 2 ed. vol 2. São Paulo: Ed. IMAM, 1990.
- NR 17, NORMA REGULAMENTADORA 17. **Ergonomia**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

PEREIRA, J. L. **Planejamento de Embalagens de Papel**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2003.

PINTO, K. A.; XAVIER, N. A. J. **Manutenção: Função Estratégica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2001.

SANTOS. E. F; SANTOS, G.F. **Análise de Riscos Ergonômicos**. Jacareí: Ergo Brasil, 2006.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio**. 1. ed. Rio de Janeiro: NAT, 2005.