

GILDÁSIO CARLOS BORTOLATTO DE AZEVEDO

ANÁLISE ERGONÔMICA EM UMA LINHA DE EMBALAGEM DE  
CARTUCHO DE TINTA

São Paulo

2016

GILDÁSIO CARLOS BORTOLATTO DE AZEVEDO

ANÁLISE ERGONÔMICA EM UMA LINHA DE EMBALAGEM DE  
CARTUCHO DE TINTA

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São  
Paulo para a obtenção do título de  
Especialista em Engenharia de  
Segurança do Trabalho

São Paulo  
2016

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que proporcionaram minha educação e formação de engenheiro.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por dar força e sabedoria para superar as dificuldades do dia a dia.

À minha esposa Selma pela paciência e apoio que permitiram a realização deste curso.

Às minhas filhas, Gabriella e Barbara, por compreender as minhas ausências nos fins de semana.

Aos colegas do curso pelo carinho e companheirismo durante a duração do curso de Engenharia de Segurança.

Aos colegas do trabalho, Sueli, Meire, Fabiana, Nilson e Cristhian, que deram todo suporte para realização deste trabalho.

“Com organização e tempo, acha-se o segredo de fazer tudo e bem feito.”  
(Pitágoras).

## RESUMO

Após o período da Segunda Guerra Mundial, em 1949 surge à primeira formalização da Ergonomia como disciplina na Inglaterra, criando-se a *Ergonomics Research Society*. Desde então a Ergonomia tem se desenvolvido e tornou-se uma ciência multidisciplinar, relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e os processos do trabalho. Atualmente a Ergonomia possui um papel de grande relevância nos estudos preventivos de doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (DORT) e com as condições gerais de trabalho. O estudo de caso deste trabalho busca a realização de uma avaliação ergonômica em uma linha de embalagem de cartucho de tinta e a seleção de uma ferramenta para análise ergonômica baseada em estudos científicos realizados, nos fatores de risco existentes no processo e na aplicabilidade da ferramenta por uma equipe multidisciplinar. Diante do exposto, o método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) foi selecionado, o qual possibilita identificar os fatores de riscos posturais mais críticos dos membros superiores, pescoço, tronco, pernas e propor melhorias para mitigar as condições perigosas. A sua aplicação trouxe à empresa estudada uma ferramenta de análise ergonômica assertiva e prática para uso de um grupo multidisciplinar. Por conseguinte, concluiu-se que os objetivos propostos foram atendidos e que a metodologia método RULA demonstra ser eficaz e aplicável em outras linhas de produção similares da empresa estudada.

**Palavras-chave:** Ergonomia, DORT, RULA e Linha de Embalagem.

## ABSTRACT

After the period of World War II in 1949 appears the first formalization of ergonomics as a discipline in England, creating the Research Ergonomics Society. Since then ergonomics has developed and became a multidisciplinary science, related to the understanding of the interactions between humans and work processes. Currently Ergonomics has a very important role in preventive studies of Work Related Musculo Skeletal Disorders (WMSDs) and the general working conditions. The case study of this paper seeks to carry out an ergonomic evaluation in a line of ink cartridge packaging and the selection of a tool for ergonomic analysis based scientific study carried out on the risk factors existing in the process and application of the tool by a multidisciplinary team. Given the above, the RULA method (Rapid Upper Limb Assessment) was selected, which makes it possible to identify the factors most critical risk posture of the upper limbs, neck, torso, legs and propose improvements to mitigate dangerous conditions. Its application brought the company studied an assertive ergonomic analysis and practical tool for use by a multidisciplinary group. I therefore conclude that the objectives were met and that the methodology RULA method demonstrates to be effective and applicable in other similar production lines of the company studied.

**Keywords:** Ergonomy, WMSDs, RULA and Assembly in series.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Ergonomia física .....	17
Figura 2 - Ergonomia cognitiva .....	18
Figura 3 – Ergonomia organizacional .....	18
Figura 4 – Trabalho muscular .....	21
Figura 5 – Relação força exercida x duração máxima .....	23
Figura 6 – Carga estática e dores no corpo .....	25
Figura 7 – Distribuição percentual por tipo de afastamento .....	30
Figura 8 – Grau de limitação de atividades diárias devido a DORT .....	30
Figura 9 – Principais sintomas da LER/DORT .....	31
Figura 10 – Etapa 1: Postura do braço .....	34
Figura 11 – Etapa 2: Postura do antebraço .....	34
Figura 12 – Etapa 3: Postura do pulso .....	35
Figura 13 – Etapa 4: Postura do giro do punho .....	35
Figura 14– Etapa 8: Escore final da análise do braço, antebraço e punho .....	37
Figura 15 – Etapa 09: Postura do Pescoço, Tronco, Pernas .....	38
Figura 16 – Etapa 8: Escore final da análise do braço, antebraço e punho .....	40
Figura 17 – Organograma da área de cartucho de tinta .....	46
Figura 18 – Layout da linha de embalagem de cartucho de tinta .....	49
Figura 19 – Planilha método RULA .....	50
Figura 20 – Layout posto de montagem e gravação .....	51
Figura 21 – Exemplos de movimentos do posto de montagem e gravação .....	53



Figura 22 – Escore da postura do braço (montagem e gravação) .....	54
Figura 23 – Escore da postura do antebraço (montagem e gravação) .....	55
Figura 24 – Escore da postura do punho (montagem e gravação) .....	55
Figura 25 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas (montagem e gravação) .....	57
Figura 26 – Mudança do leitor/gravador RFID (montagem e gravação) .....	58
Figura 27 – Layout posto de inspeção .....	59
Figura 28 – Passo 1 da montagem do posto de inspeção .....	60
Figura 29 – Passo 2 da montagem do posto de inspeção .....	61
Figura 30 – Passo 3 da montagem do posto de inspeção .....	61
Figura 31 – Passo 4 da montagem do posto de inspeção .....	62
Figura 32 – Escore da postura do braço do posto de inspeção .....	64
Figura 33 – Escore da postura do antebraço do posto de inspeção .....	64
Figura 34 – Escore da postura do punho do posto de inspeção .....	65
Figura 35 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas do posto de inspeção .....	66
Figura 36 – Layout posto de embalagem .....	69
Figura 37 – Montagem da caixa máster .....	70
Figura 38 – Inspeção quantitativa da caixa máster .....	70
Figura 39 – Validação da caixa máster .....	71
Figura 40 – Escore da postura do braço (posto de embalagem) .....	72
Figura 41 – Escore da postura do antebraço (posto de embalagem) .....	73
Figura 42 – Escore da postura do punho (posto de embalagem) .....	73

Figura 43 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas (posto de embalagem) .....	74
Figura 44 – Propostas de melhoria no posto de embalagem .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Etapa 5: Tabela A do método RULA.....	36
Tabela 02 – Etapa 9: Tabela B do método RULA.....	39
Tabela 03 – Etapa 13: Escore Final da análise da postura .....	40
Tabela 04 – Classificação do nível de ação .....	41
Tabela 05 – Número de funcionários .....	44
Tabela 06 – Horário de trabalho da área produtiva Cartucho de Tinta .....	45
Tabela 07 – Deslocamento casa/trabalho .....	45
Tabela 08 – Afastamento Médico.....	46
Tabela 09 – Características dos trabalhadores .....	47
Tabela 10 – Tempo de ciclo .....	48
Tabela 11 – Dados do PPRA 2015 .....	49
Tabela 12 – Movimentos dos membros superiores (posto de montagem e gravação) .....	52
Tabela 13 – Movimentos dos membros superiores do posto de inspeção (esquerdo) .....	62
Tabela 14 – Movimentos dos membros superiores do posto de inspeção (direito) .....	63
Tabela 15 – Avaliação ergonômica com melhoria posto de inspeção .....	68
Tabela 16 – Movimentos do posto de embalagem .....	71
Tabela 17 – Avaliação ergonômica após implantar melhoria do posto de embalagem .....	77

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	15
1.1 OBJETIVO	15
1.2 JUSTIFICATIVA	15
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	16
2.1 CONCEITOS E ABORDAGENS DA ERGONOMIA	17
2.1.1 Ergonomia física	17
2.1.2 Ergonomia cognitiva	18
2.1.3 Ergonomia organizacional	18
2.1.4 Cinco passos para análise ergonômica do trabalho	19
2.1.4.1 Dimensão Social e Demográfica	19
2.1.4.2 Leis e Regulamentações	19
2.1.4.3 Ambiente Geográfico da Empresa	19
2.1.4.4 Dimensão Técnica	20
2.1.4.5 Produção e sua Organização	20
2.2 CONCEITOS E ABORDAGENS DO TRABALHO MUSCULAR	20
2.2.1 Sistema muscular	20
2.2.2 Movimento do músculo	20
2.2.3 Classificação do trabalho muscular	21
2.2.4 Efeitos do esforço estático	22
2.2.5 Problemas reversíveis e persistentes	24
2.3 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À ERGONOMIA	26

<b>2.3.1 Deveres do empregador .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 Deveres do empregado.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.3 Deveres das Delegacias Regionais do Trabalho .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 ABORDAGEM SOBRE DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO (LER/DORT) .....</b>	<b>29</b>
<b>2.5 ABORDAGEM SOBRE FERRAMENTAS PARA ANÁLISE ERGONÔMICA .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5.1 Estudo de processo de seleção dos métodos de análise ergonômica .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5.2 Método RULA – Rapid Upper Limb Assessment .....</b>	<b>33</b>
2.5.2.1 Etapa 01 – Método RULA.....	34
2.5.2.2 Etapa 02 – Método RULA.....	34
2.5.2.3 Etapa 03 – Método RULA.....	35
2.5.2.4 Etapa 04 – Método RULA.....	35
2.5.2.5 Etapa 05 – Método RULA.....	35
2.5.2.6 Etapa 06 – Método RULA.....	37
2.5.2.7 Etapa 07 – Método RULA.....	37
2.5.2.8 Etapa 08 – Método RULA.....	37
2.5.2.9 Etapa 09 – Método RULA.....	38
2.5.2.10 Etapa 10 - Método RULA .....	39
2.5.2.11 Etapa 11 - Método RULA .....	39
2.5.2.12 Etapa 12 - método RULA .....	39
2.5.2.13 Etapa 13 - Método RULA .....	40
2.5.2.14 Etapa 14 - Método RULA .....	40

<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
3.1 DIMENSÃO SOCIAL E DEMOGRÁFICA E AMBIENTE GEOGRÁFICO DA EMPRESA .....	42
3.2 DIMENSÃO TÉCNICA, PRODUÇÃO E SUA ORGANIZAÇÃO .....	42
3.3 INFORMAÇÕES SOBRE OS RISCOS AMBIENTAIS .....	43
3.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	43
3.5 INFORMAÇÕES DA EMPRESA ESTUDADA .....	43
3.5.1 Seguimento da empresa e suas características .....	43
3.5.2 Carga horária de trabalho para área produtiva .....	44
3.5.3 Deslocamento casa/trabalho e vice-versa .....	45
3.5.4 Afastamento médico .....	45
3.5.5 Organograma da área de cartucho de tinta .....	46
3.5.6 Características dos trabalhadores .....	47
3.5.7 Tempo padrão da linha de embalagem de cartucho de tinta .....	47
3.5.8 Layout da linha de embalagem de cartucho de tinta .....	48
3.6 FERRAMENTA UTILIZADA NA ANÁLISE ERGONÔMICA .....	49
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>51</b>
4.1 RESULTADOS .....	51
4.1.1 Avaliação ergonômica do posto de montagem e gravação .....	51
4.1.1.1 Propostas de melhorias no posto de montagem e gravação .....	58
4.1.2 Avaliação ergonômica do posto de inspeção .....	59
4.1.2.1 Propostas de melhorias do posto de inspeção .....	67
4.1.3 Avaliação ergonômica do posto de embalagem .....	69

4.1.3.1 Propostas de melhorias no posto de embalagem.....	76
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO 01 - Avaliação ergonômica posto de montagem e gravação .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 02 - Avaliação ergonômica posto de inspeção .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 03 - Avaliação ergonômica posto de embalagem.....</b>	<b>85</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

As condições rudes das fábricas foram melhoradas com o passar do tempo e no início do século XX, marcado pelo modelo de organização do trabalho de Henry Ford e das técnicas de análise de movimentos e tempos de Taylor, surgiu a Segunda Revolução Industrial, conhecida com a era da produtividade. No entanto, desencadeou um aumento significativo de trabalhadores doentes com distúrbios osteomusculares por sobrecarga funcional (USP, 2015).

Após o período da Segunda Guerra Mundial (de 1939 a 1945) as indústrias europeia e americana estavam se adequando ao momento com baixa produção e com os recursos disponíveis escassos, tanto trabalhadores qualificado como matéria prima. Neste cenário, a Ergonomia tornou-se importante para a indústria e em 1949, na Inglaterra, ocorreu a formalização da ergonomia como disciplina, com a criação da *Ergonomics Research Society* (USP, 2015).

### **1.1 OBJETIVO**

Esta monografia tem como objetivo a definição de uma metodologia prática e assertiva de avaliação ergonômica para uma linha de montagem em série.

### **1.2 JUSTIFICATIVA**

A escolha do tema justifica-se pela experiência profissional de 30 anos no seguimento de processo de montagem em série, pela relevância do tema ergonomia no cenário atual e pela dificuldade de escolha de um método de análise ergonômica.



## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O significado da palavra “Ergonomia” vem do grego “Ergon” (trabalho) e “Nomos” (lei) e atualmente define-se como uma ciência multidisciplinar relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e os processos do trabalho (IEA, 2015).

No passado, aos longos dos séculos, o ser humano passou por diferentes períodos na vida laborativa e somente nos últimos 200 anos, a partir da Revolução Industrial (Meados do século XVIII, na Inglaterra), a organização do trabalho tornou-se fundamental para o desenvolvimento das organizações e ideias administrativas. Neste período, a revolução industrial transformou o artesão em operário e fez crescer as cidades, marcado pela emigração da área rural para os centros industriais. No entanto, surgiram novos problemas, necessidade de infraestrutura das cidades, carga de trabalho elevada e condições rudes das fábricas (COUTO, 2014).

No Brasil, a ergonomia surgiu como disciplina de Engenharia de Produção e Desenho Industrial e como estudos na área de Psicologia da Universidade de São Paulo e em 08 de junho de 1978 foi publicada a norma regulamentadora NR 17 – Ergonomia que visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores (USP, 2015).

Outro marco importante na história da ergonomia no Brasil foi a fundação da Associação Brasileira de Ergonomia (Abergo), criada em 1983, que congrega os diversos núcleos de ergonomia no país, por meio da divulgação de conhecimento produzidos pela área (como o Congresso Brasileiro de Ergonomia) e da normalização da ergonomia enquanto categoria profissional (USP, 2015).

## 2.1. CONCEITOS E ABORDAGENS DA ERGONOMIA

A ergonomia é uma ciência prática que busca a adaptação do trabalho às pessoas e desempenha um papel importante entre o homem e o processo produtivo (IEA, 2015).

Neste sentido, existem diferentes áreas de atuação da ergonomia e diferentes profissionais ligados às questões do trabalho, tais como: engenheiros, médicos, psicólogos, administradores, sociólogos, enfermeiros, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, entre outros (IEA, 2015).

Segundo IEA (2015), as áreas de especialização da ergonomia são definidas em três classificações: Ergonomia Física, Ergonomia Cognitiva e Ergonomia Organizacional, conforme descritas a seguir:

### 2.1.1 Ergonomia física

Analisa as características da anatomia humana no posto de trabalho, estuda às áreas da antropometria, fisiologia e biomecânica e sua relação com a atividade física, por exemplo: o estudo da postura no trabalho, manuseio de peças, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto, segurança e saúde; conforme a figura 01.

Figura 1– Ergonomia física

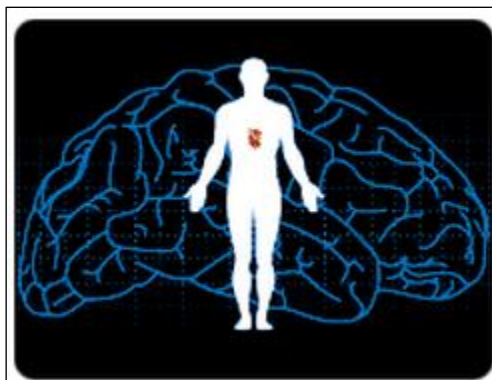


Fonte: IEA ([www.iea.cc/whats/](http://www.iea.cc/whats/))

### 2.1.2 Ergonomia cognitiva

Atua com os processos mentais, tais como memória, tomada de decisão, atenção e consciência, reconhecimento de padrões e resolução de problemas, uma vez que afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

Figura 2 - Ergonomia cognitiva

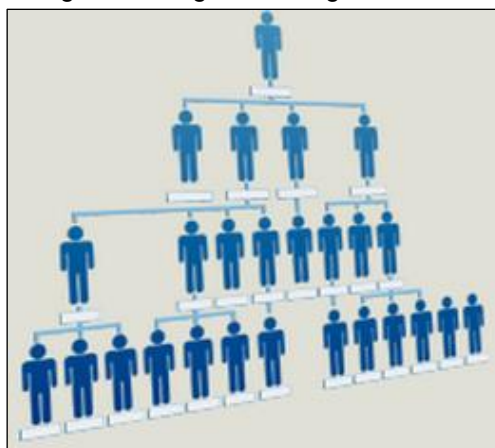


Fonte: IEA ([www.iea.cc/whats/](http://www.iea.cc/whats/))

### 2.1.3 Ergonomia organizacional

Trabalha com a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e seus processos, tais como, política de gerenciamento, cultura organizacional, gestão de recursos humanos, procedimentos e normas internas, entre outros.

Figura 3 – Ergonomia organizacional



Fonte: IEA ([www.iea.cc/whats/](http://www.iea.cc/whats/))

### **2.1.4 Cinco passos para análise ergonômica do trabalho**

A visão sistêmica de um ergonomista é fundamental para analisar o cenário em que a organização se encontra, condicionada no seu processo de produção. Ao conhecer este cenário identificamos informações importantes sobre o homem, sobre a ação organizacional e os cinco passos para obtermos os dados necessários para uma análise ergonômica do trabalho (USP, 2015).

#### **2.1.4.1 Dimensão Social e Demográfica**

Fornecem dados ao ergonomista sobre quem são as pessoas, quem fazem as tarefas dentro da organização, e como é realizada a gestão dessa equipe. Devem-se identificar as características dos trabalhadores (sexo, idade, altura, escolaridade, estado civil e experiência na função) (USP, 2015).

#### **2.1.4.2 Leis e Regulamentações**

Legislações aplicáveis e normas internas da organização, avaliando o impacto destas no processo produtivo, inclusive atendendo os requisitos mínimos legais (USP, 2015).

#### **2.1.4.3 Ambiente Geográfico da Empresa**

Informações sobre clima, fenômenos sazonais, condições de moradia e transporte, poluição e vida social; a fim de que o ergonomista tenha informações sobre as influências externas que possam afetar a análise ergonômica (USP, 2015).

#### 2.1.4.4 Dimensão Técnica

Refere-se aos procedimentos internos da organização para executar o trabalho, a partir desta informação é possível estabelecer uma linguagem comum entre os trabalhadores e o ergonomista (USP, 2015).

#### 2.1.4.5 Produção e sua Organização

Trata-se de informações sobre critérios de qualidade e produção, resultante das políticas e do planejamento da empresa. Com estas informações o ergonomista tem uma visão global do processo produtivo e consegue analisar os motivos que justificam a realização do trabalho seguindo determinados padrões e processos (USP, 2015).

### 2.2 CONCEITOS E ABORDAGENS DO TRABALHO MUSCULAR

Os conceitos e abordagens do trabalho muscular abordados neste capítulo são os resultados dos estudos e experiência dos especialistas em ergonomia, o professor Etienne Grandjean e o engenheiro pesquisador Karl H. E. Kroemer, (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

#### 2.2.1 Sistema muscular

O movimento do corpo é capaz graças ao seu sistema muscular distribuído em todo o corpo e que possui aproximadamente 40% do peso corporal. Cada músculo é composto entre 100 mil e 1 milhão de fibras musculares que podem ter entre 5 mm e 140 mm de comprimento e diâmetro aproximadamente 0,1 mm, conforme o tamanho do músculo (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

#### 2.2.2 Movimento do músculo

O músculo é capaz de contrair-se até a metade de seu comprimento normal em repouso, denominado de contração muscular. O trabalho do músculo em uma

contração completa aumenta em função do seu comprimento e por esta razão é importante alongar os músculos com exercícios de alongamento (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

### 2.2.3 Classificação do trabalho muscular

A classificação do trabalho muscular depende de dois fatores: movimento e postura. O trabalho muscular estático (postura) ocorre quando uma contração muscular é lenta e prolongada, no qual as fibras musculares são recrutadas para contração de forma alternada e em sucessão. Como o comprimento do músculo não muda, este tipo de esforço é denominado isométrico na fisiologia. Na atividade dinâmica (movimento), o trabalho muscular dinâmico caracteriza-se pelo movimento do músculo, geralmente de forma rítmica, com alternância de contração e extensão, portanto, por tensão e relaxamento (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

A figura 04 ilustrada a seguir mostra exemplos de trabalho dinâmico, trabalho estático e repouso.

Figura 4 – Trabalho muscular

<p><b>REPOUSO</b></p>  <p>Necessidade de sangue   Irrigação</p>	<p><b>TRABALHO DINÂMICO</b></p>  <p>Necessidade de sangue   Irrigação</p>	<p><b>TRABALHO ESTÁTICO</b></p>  <p>Necessidade de sangue   Irrigação</p>
		

Fonte: Kroemer e Grandjean, 2005

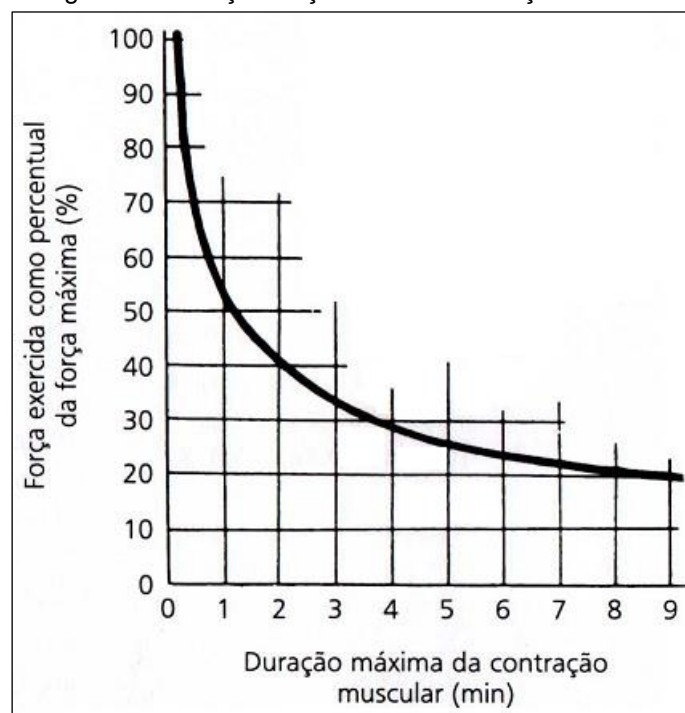
#### **2.2.4 Efeitos do esforço estático**

O problema encontrado durante um esforço estático significativo é a falta de irrigação sanguínea, no qual, os vasos sanguíneos são pressionados pela pressão interna do tecido muscular. Em linhas gerais, segundo Kroemer e Grandjean (2005), as seguintes condições podem definir o trabalho estático significativo:

- Se um esforço grande é mantido por 10 segundos ou mais;
- Se um esforço moderado persiste por 1 minuto ou mais;
- Se um esforço leve (cerca de 1/3 da força máxima) dure 5 minutos ou mais.

O que ocorre com a irrigação sanguínea no trabalho muscular estático é que com o aumento da força a irrigação diminui e aparece a fadiga muscular. Isto pode ser expresso em termos da relação entre a duração máxima de uma contração muscular e a força empregada, conforme foi estudado por Moltech (1963), Rohmert (1960) e Monod (1967). A conclusão dos especialistas é que um trabalho pode ser mantido por várias horas por dia, sem sintomas de fadiga, se a força exercida não exceder 10% da força máxima do músculo envolvido e o gráfico ilustrado a seguir mostra a duração máxima de um trabalho muscular estático em relação à força exercida (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Figura 5 – Relação força exercida x duração máxima



Fonte: Kroemer e Grandjean, 2005

As posturas forçadas são certamente a forma mais frequente de trabalho muscular estático, por exemplo: trabalhos que envolvem a torção do tronco para frente ou para os lados, segurar objetos com as mãos, tarefas que requerem que o braço permaneça esticado ou elevado acima do nível do ombro, cabeça ou membros em posturas não naturais. Ao comparar o trabalho muscular estático com o dinâmico em condições semelhantes o trabalhador terá maior consumo de energia, sua frequência cardíaca será mais alta e será necessário de períodos de repouso mais longos, então o trabalho muscular estático é mais desgastante. Ao combinar os esforços dinâmico e estático, fica difícil distinguir claramente os tipos de esforços, por exemplo, a digitação é uma combinação dos dois trabalhos musculares: os músculos das costas, dos ombros e dos braços realizam principalmente trabalho estático para manter as mãos em posição sobre o teclado, enquanto os dedos das mãos realizam principalmente trabalho dinâmico quando operando as teclas. O componente estático do esforço combinado assume maior importância para a fadiga postural, ao passo que os músculos e tendões movendo os dedos podem exercer esforços repetitivos (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).



Existe um componente estático em quase todas as formas de trabalho físico, segundo estudos de Kroemer e Grandjean (2005), e as suas experiências acumuladas permitem concluir que esforços estáticos excessivos e repetitivos estão associados ao aumento do risco de:

- Inflamação nas articulações devido ao estresse mecânico;
- Inflamação nos tendões ou nas extremidades dos tendões (tendinites ou tenossinovite);
- Inflamação nas bainhas dos tendões;
- Processos crônicos degenerativos, do tipo artroses nas articulações;
- Espasmos musculares dolorosos (cãibras);
- Doenças dos discos intervertebrais.

#### **2.2.5 Problemas reversíveis e persistentes**

Os sintomas de sobrecarga podem ser divididos em problemas reversíveis e persistentes. Os sintomas reversíveis são de curta duração e as dores são predominantemente localizadas na musculatura e nos tendões e desaparecem assim que a carga é retirada, tratando-se de dores de fadiga, (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Os problemas persistentes também são localizados nos músculos e tendões, mas também afetam as articulações e dos tecidos adjacentes. As dores não desaparecem, continuam após o trabalho ser interrompido. As queixas persistentes são atribuídas aos processos inflamatórios e degenerativos nos tecidos sobrecarregados. Alguns exemplos de postura de trabalho e sua possível consequência estão ilustrados na figura 06 (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Figura 6 – Carga estática e dores no corpo

POSTURA DE TRABALHO	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS
De pé no lugar.	Pés e pernas, possibilidade de veias varicosas.
Sentado ereto, sem suporte para as costas.	Músculos extensores das costas
Assento muito alto.	Joelhos; pernas; pés.
Assento muito baixo.	Ombros e pescoço
Tronco inclinado para frente, na postura sentada ou de pé.	Ombros e braços; possibilidade de periartrite dos ombros.
Braço estendido para os lados, para frente ou para cima.	Ombros e braço; possibilidade de periartrite dos ombros.
Cabeça excessivamente curvada para trás ou para frente.	Pescoço; deterioração dos discos intervertebrais.
Postura forçada de mão em comandos ou ferramentas.	Antebraço; possibilidade de inflação dos tendões.

Fonte: Kroemer e Grandjean, 2005

De acordo com os especialistas Grandjean (1987), Putz-Anderson (1988), Kroemer et al (1989, 1994, 1997) e Kurinka e Forcier (1995) os distúrbios por trauma cumulativo podem levar à sobrecarga do sistema musculoesquelético e eles têm sido relacionados com trabalhos repetitivos, por exemplo, com o torcer roupa, com a escrita a mão, com o tocar instrumentos musicais, nos trabalhos de linha de produção e de montagem, os mesmos movimentos são continuamente repetidos. As ações da ergonomia para evitar estes distúrbios estão na redução da frequência das atividades manuais, seu conteúdo energético (força muscular), assim como a incorporação de movimentos e posturas corporais adequados, (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Segundo os especialistas Kroemer e Grandjean (2005), as recomendações práticas para minimizar as cargas estáticas no músculo que podem levar à fadiga dolorosa, estão descritas a seguir:

- Evitar qualquer postura curvada ou não natural do corpo;
- Evitar a manutenção dos braços estendidos para frente ou para os lados. Estas posturas geram não só fadiga rápida, mas também reduzem significativamente o nível geral de precisão e destreza das operações realizadas com as mãos e os braços;
- Procurar, na medida do possível, sempre trabalhar sentado. Mais recomendável ainda seriam locais de trabalho onde se poderia ter alternância de trabalho sentado com trabalho em pé;

- O movimento dos braços deve ser em sentidos opostos cada um, ou em direção simétrica. O movimento de um braço sozinho gera cargas estáticas nos músculos do tronco. Além disso, os movimentos em sentidos opostos ou movimentos simétricos facilitam o comando nervoso da atividade;
- A área de trabalho deve ser de tal forma que esteja na melhor distância visual do operador;
- Pegas, alavancas, ferramentas e materiais de trabalho devem estar organizados de tal forma que os movimentos mais frequentes sejam feitos com os cotovelos dobrados e próximos do corpo. A maior força e destreza são exercidas quando a distância olho mão é de 25 a 30 cm, e com cotovelos baixados e dobrados em ângulo reto;
- O trabalho manual pode ser facilitado com o uso de apoio para os cotovelos, os antebraços e as mãos. Os suportes devem ser reguláveis para que possam se adaptar às diferenças antropométricas.

Entende-se em resumo, os seres humanos possuem forças musculares diferentes, dependendo das características individuais como: a idade, sexo, tamanho, condições de saúde e outros fatores. No entanto, podemos agrupar o biótipo corporal da maioria e definir alguns princípios para o projeto de trabalho e de layout do posto de trabalho, que possibilitem a busca do menor esforço e da melhor eficiência (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

### 2.3 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL À ERGONOMIA

Segundo USP (2014), o Brasil possui sistemas legislativos de âmbito nacional, estadual e municipal, caracterizando em uma determinada hierarquia entre as normas legais destacadas a seguir:

- Constituição Federal e suas emendas;
- Leis Complementares;
- Leis Federais;

- Constituições Estaduais e suas emendas;
- Leis Complementares às Constituições Estaduais;
- Leis estaduais;
- Leis orgânicas dos Municípios.

Isso posto, já atendendo a hierarquia das normas jurídicas, temos no texto constitucional artigo que versa sobre o processo legislativo brasileiro, ali referido como compreendendo a elaboração de: emendas à Constituição; leis complementares; leis ordinárias; leis delegadas; medidas provisórias; decretos legislativos; resoluções.

Fonte: USP (2014).

A evolução da legislação em Ergonomia no Brasil envolve quatro contextos específicos: o primeiro, o da elaboração da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) em 1943; o segundo, o da publicação da Portaria Nº 3.214 em 1978; o terceiro, com o estabelecimento da Portaria Nº. 3.751 de 1990 e o quarto, a publicação dos Anexos da Norma Regulamentadora de Ergonomia, USP (2014).

Nesse rol, merece destaque a NR-17 Ergonomia, no qual foi revisada e alterada pela Portaria MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990 diante do aumento de casos de Lesão Por Esforço Repetitivo (LER) e Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho (DORT) devido aos novos modos de produção, condicionados por sucessivas transformações (demográficas, económicas, tecnológicas e sociais) e das mudanças das condições de execução do trabalho, USP (2014).

O item 17.6.3 da norma NR-17 Ergonomia descreve ações para mitigar doenças LER/DORT e estão descritas a seguir:

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 Fonte: BRASIL (www.mte.gov.br/).

### **2.3.1 Deveres do empregador**

Segundo Garcia (2013) o empregador ou empregador por equiparação deve cumprir os referidos deveres e buscar a prevenção de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais:

- a) estabelecer e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho;
- b) treinar os empregados, por meio de ordens de serviço, quanto às prevenções aplicáveis no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais;
- c) adotar as medidas solicitadas pelo órgão regional competente;
- d) facilitar o exercício da fiscalização do órgão regional competente, art. 157 da CLT.

### **2.3.2 Deveres do empregado**

Segundo Garcia (2013), cabe ao empregado os seguintes deveres:

- a) atentar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções expedidas pelo empregador;
- b) cooperar com a empresa na aplicação das normas sobre medicina e segurança do trabalho (art. 158 da CLT).

Nota: Constitui ato faltoso do empregado a recusa injustificada de seguir as instruções de segurança e saúde e ao uso dos equipamentos de proteção individual fornecidos pelo empregador (GARCIA, 2013).

### 2.3.3 Deveres das Delegacias Regionais do Trabalho

Segundo Garcia (2013), as Delegacias Regionais do Trabalho, que são os órgãos competentes para inspeção do trabalho (art. 156 da CLT), compete:

- a) realizar a fiscalização do cumprimento das normas de segurança e saúde ocupacional;
- b) adotar as medidas necessárias para mitigar os perigos que possam afetar a segurança e a saúde do trabalhador, em qualquer local de trabalho;
- c) aplicar as penalidades cabíveis por descumprimento das normas de segurança e medicina do trabalho, nos termos do art. 201 da CLT (GARCIA, 2013).

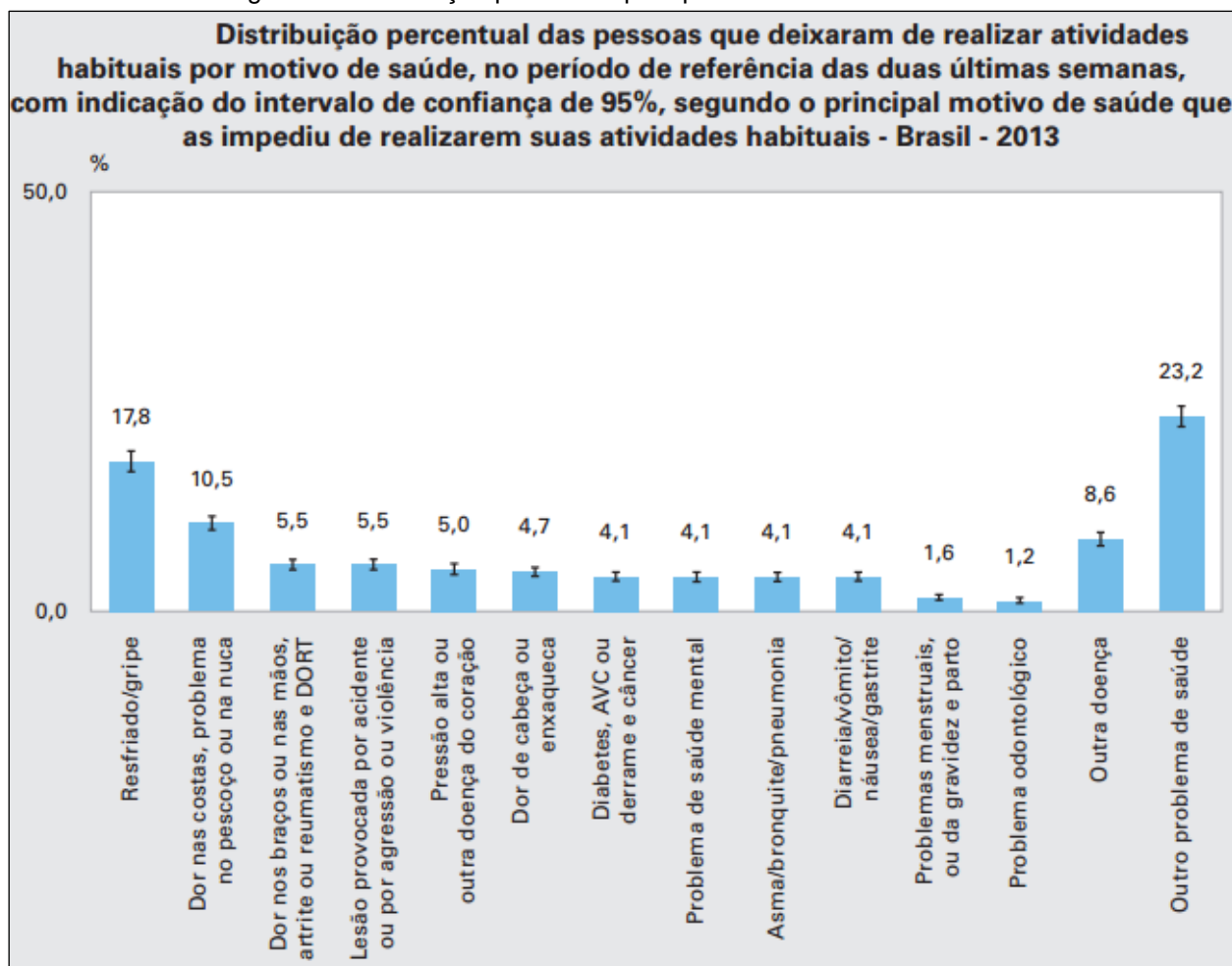
### 2.4 ABORDAGEM SOBRE DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO (LER/DORT)

A globalização e a informatização mudou drasticamente o mercado de trabalho, seja pela velocidade da comunicação, competitividade acirrada entre as empresas e necessidade de redução de custos. Com este cenário, resultou no aumento da produtividade e consequentemente aumentou o número de casos de profissionais, de várias categorias, com LER/DORT - lesões por esforços repetitivos e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho e esta nomenclatura foi definida pelo Ministério da Saúde e da Previdência Social e em geral no mundo como *WRMD – work related musculoskeletal disorders*, (COUTO, 2104).

Em 2013 foi realizado uma pesquisa de acidentes de trabalho no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em parceria com o Ministério da Saúde – MS e o objetivo foi analisar estes dados com os registros no Ministério da Previdência Social. O resultado obtido nesta pesquisa com relação às doenças ocupacionais LER/DORT – lesões por esforços repetitivos e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho foi que 5,5% da amostragem de 3.568.095 (2,29%) relataram ter este diagnóstico emitido por

médico, ilustrado na figura 07 e em diferente grau de limitação, ilustrado na figura 08, (BRASIL, 2015).

Figura 7 – Distribuição percentual por tipo de afastamento



Fonte: Brasil (2013)

Figura 8 – Grau de limitação de atividades diárias devido a DORT

Respostas	Pessoas	%
Não Limita	1.492.716	41,84
Um pouco	993.812	27,85
Moderadamente	520.404	14,58
Intensamente	468.184	13,12
Muito Intensamente	92.979	2,61

Fonte: Brasil (2013)

Os principais sintomas da LER/DORT – lesões por esforços repetitivos e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho são de forma isolada ou

associada e podem acarretar diferentes doenças, conforme ilustrado na figura 09, (BRASIL, 2007):

Figura 9 – Principais sintomas da LER/DORT

Sintomas	Doenças
<ul style="list-style-type: none"> <li>- FADIGA MUSCULAR</li> <li>- ALTERAÇÃO DA SENSIBILIDADE</li> <li>- SENSACÃO DE PESO</li> <li>- PERDA DE CONTROLE DE MOVIMENTOS</li> <li>- DIFICULDADE PARA ENCOSTAR A PONTA DE UM DEDO EM OUTRA PONTA</li> <li>- FORMIGAMENTO</li> <li>- DOR</li> </ul>	<p><b>TENDINITE:</b> inflamação de tendão;</p> <p><b>TENOSSINOVITE:</b> inflamação de tendão e bainha sinovial;</p> <p><b>SINOVITE:</b> inflamação de bainha sinovial;</p> <p><b>NEURITE:</b> inflamação do nervo;</p> <p><b>SÍNDROME DO TÚNEL DO CARPO:</b> Estreitamento do túnel do carpo, localizado no punho, o que causa a compressão de várias estruturas existentes ao longo do túnel, inclusive do nervo mediano;</p> <p><b>SÍNDROME MIOSASCIAL:</b> Dor da musculatura e de outras partes moles em determinada região do corpo, sem que haja necessariamente uma tendinite ou tenossinovite.</p>

Fonte: Brasil (2007)

O complicador das doenças descritas acima é o fato de que geralmente os sintomas são lentos e gradativos, e quando o quadro doloroso se agrava, o funcionário afasta-se para tratamento. Caso a doença ou o agravamento tenha nexos com as atividades laborais, será considerada doença profissional ou do Trabalho, e assim a empresa deverá emitir a Comunicação de Acidente do Trabalho – CAT. A melhor ação para combater as LER/DORT – lesões por esforços repetitivos e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho é a prevenção, por meio de melhorias ergonômicas adequadamente baseadas, (BRASIL, 2007).

## 2.5 ABORDAGEM SOBRE FERRAMENTAS PARA ANÁLISE ERGONÔMICA

Existem diferentes ferramentas para análise ergonômica e não há um método universal aplicável em todas as atividades existentes. A seleção de uma ferramenta para análise ergonômica precisa ser objetiva, baseada em estudos científicos e coerente com a atividade estudada (SERRANHEIRA; UVA, 2010).



### 2.5.1 Estudo de processo de seleção dos métodos de análise ergonômica

A escolha do método de análise ergonômica baseia nas características do processo estudado, em vez de adotar um método de avaliação de risco aleatório deve-se realizar com base na identificação dos fatores de risco existentes no trabalho a analisar, (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

Estudo da escolha do método de avaliação de ergonômica realizado numa empresa portuguesa da indústria automotiva, durante o período de 2004 a 2005, com uma produção média de 530 carros por dia (tempo de ciclo de 108 segundos) foi avaliado o risco de LER/DORT nos postos de risco elevado e utilizados quatro métodos: OCRA checklist (OCCHIPINTI, 1998), RULA – Rapid Upper Limb Assessment (MCATAMNEY; CORLETT, 1993), SI – Stain Index (MOORE; GARG, 1995), HAL – Hand Activity Level (LAKTO et al., 1997), (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

O método *OCRA checklist*, busca a avaliação do risco de LER/DORT nos membros superiores baseado nos variáveis repetitividade, força, postura, ausência de períodos de recuperação e fatores adicionais; sendo mais simples que o método *OCRA index*, (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

O método RULA possui características de método observacional do processo de trabalho, analisa a postura dos membros superiores e identifica o esforço relacionado a postura de trabalho com as atividades estáticas ou repetitivas, (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

O método SI – *Strain Index (SI)* é análogo aos métodos de avaliação integrada do risco, classifica funções, postos de trabalho e não quem realiza a atividade. Este método estima seis variáveis da atividade: intensidade do esforço, duração do esforço por ciclo de trabalho, número de esforço por minuto, postura da mão/punho, velocidade de trabalho e duração diária da tarefa, (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

O método HAL – *Hand Activity Level* avalia a capacidade da atividade manual e aplicação de força e atua nos membros superiores: antebraço, punho e mão. Este método tem com base a frequência da atividade em um ciclo de trabalho, tempo médio entre movimentos e total de movimentos por tempo de ciclo, (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

A análise dos dados da pesquisa da escolha da ferramenta de análise ergonômica foi utilizada com base na estatística de correlação Ró de Spearman ( $r_{sp}$ ) e do nível de concordância (Kappa), segundo os pesquisadores (SERRANHEIRA; UVA, 2010).

Segundo os pesquisadores Serranheira e Uva (2010), a conclusão da pesquisa realizada para a escolha da ferramenta de análise ergonômica apontou que os métodos são divergentes no mesmo posto de trabalho e que a escolha deve ser baseada no conhecimento da situação de trabalho. Em resumo, as diferentes ferramentas de análise ergonômica têm características distintas, conforme exemplos descritos a seguir:

- A seleção do método OCRA ou SI é utilizada em atividades que possua os fatores de risco aplicação de força e postura extrema;
- A escolha do método HAL deve ser feita onde haja atividades com risco aplicado a força;
- O método OCRA onde haja a presença de repetitividade;
- Entretanto, se não existir aplicação de força, é possível escolher o método RULA que avalia o fator de risco postura.

### **2.5.2 Método RULA – *Rapid Upper Limb Assessment***

Desenvolvida pelos pesquisadores Mc Atamney e Corlet (1993), a ferramenta de avaliação método RULA avalia a exposição dos trabalhadores individuais aos fatores de risco ergonômicos, considera as cargas biomecânicas e a postura associada aos membros superiores (MMS), pescoço, tronco e pernas.

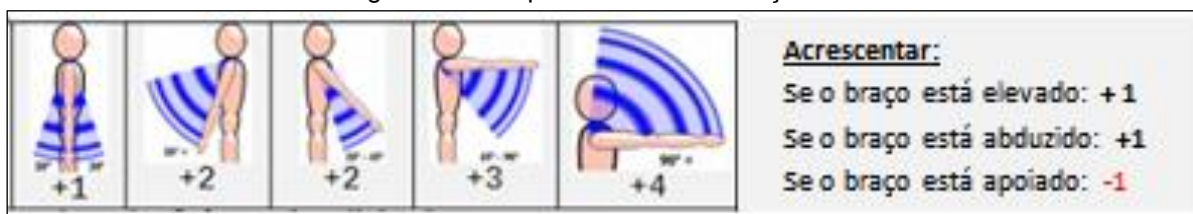
Diante do exposto, o método RULA avalia os riscos musculoesqueléticos e identifica a postura mais crítica da atividade em estudo e define um nível de ação a ser tomada.

O passo a passo das etapas de análise ergonômica pelo método RULA é simples, rápido e fácil de aplicar; conforme descrito a seguir:

#### 2.5.2.1 Etapa 01 – Método RULA

A etapa 01 do método RULA avalia a postura do braço e pontua conforme ilustra a figura 10 (escore máximo: 6 pontos).

Figura 10 – Etapa 1: Postura do braço



Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

#### 2.5.2.2 Etapa 02 – Método RULA

A etapa 02 do método RULA avalia a postura do antebraço e pontua conforme ilustra a figura 11 (escore máximo: 3 pontos).

Figura 11 – Etapa 2: Postura do antebraço

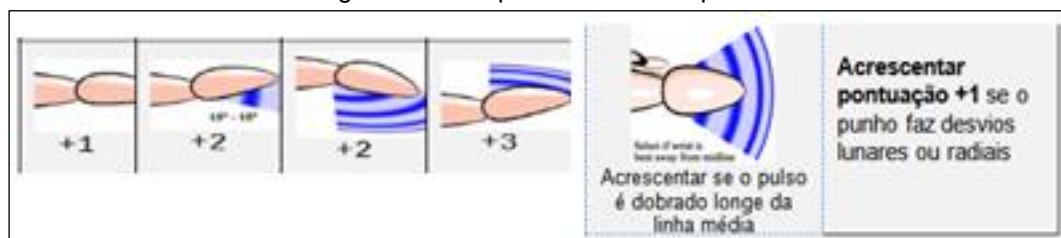


Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 2.5.2.3 Etapa 03 – Método RULA

A etapa 03 do método RULA avalia a postura do punho e pontua conforme ilustra a figura 12 (escore máximo: 4 pontos).

Figura 12 – Etapa 3: Postura do pulso



Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 2.5.2.4 Etapa 04 – Método RULA

A etapa 04 do método RULA avalia o giro do punho e pontua conforme ilustra a figura 13 (escore máximo: 2 pontos).

Figura 13 – Etapa 4: Postura do giro do punho



Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 2.5.2.5 Etapa 05 – Método RULA

A etapa 05 do método RULA define o escore da postura dos membros superiores tabulando os escores anteriores na tabela A, ilustrado na tabela 1:

- Escore da etapa 1: postura do braço;
- Escore da etapa 2: postura do antebraço;

- Escore da etapa 3: postura do punho;
- Escore da etapa 4: postura do giro do punho

Tabela 01 – Etapa 5: Tabela A do método RULA

<i>Pontuação do Braço e Antebraço</i>		<i>Pontuação do Punho</i>							
<i>Braço</i>	<i>Antebraço</i>	<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>		<i>4</i>	
		<i>Giro do pulso</i>		<i>Giro do pulso</i>		<i>Giro do pulso</i>		<i>Giro do pulso</i>	
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	2	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	3	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 2.5.2.6 Etapa 06 – Método RULA

A etapa 06 do método RULA avalia o uso da musculatura (prono-supinação) dos membros superiores (braço, antebraço, punho e giro do punho) conforme critérios descritos a seguir:

- Postura não é essencialmente estática: +0
- Postura é essencialmente estática, por exemplo: mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

### 2.5.2.7 Etapa 07 – Método RULA

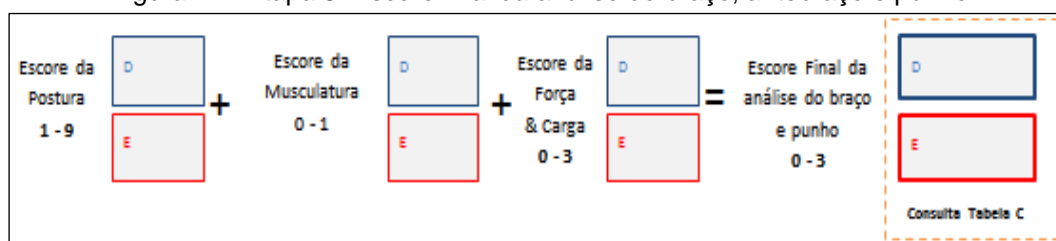
A etapa 07 do método RULA, avalia o fator de Força e Carga para o membros superiores e pontua conforme critérios descritos a seguir:

- Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0
- 2-10kg carga ou força intermitente: +1
- 2–10kg Carga estática ou forças repetidas: +2
- 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): +3

### 2.5.2.8 Etapa 08 – Método RULA

A etapa 08 do método RULA soma os escores encontrados conforme ilustra a figura 14.

Figura 14– Etapa 8: Escore final da análise do braço, antebraço e punho



Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 2.5.2.9 Etapa 09 – Método RULA

A etapa 09 do método RULA avalia a postura de pescoço, tronco e pernas conforme ilustra a figura 15 e tabela 02 descritas a seguir.

Figura 15 – Etapa 09: Postura do Pescoço, Tronco, Pernas

Pescoço		<div>Pesçoço</div>
		<div>Acrescentar pontuação +1 se o pesçoço esta rotacionado e/ou +1 se curvado para o lado.</div>
Tronco		<div>Tronco</div>
		<div>Acrescentar pontuação +1 se a coluna esta rotacionada e/ou +1 se curvado para o lado.</div>
Pernas	<p>Pernas e pés estão equilibrados e apoiados      Pernas e pés não estão equilibrados e apoiados</p>	

Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

Tabela 02 – Etapa 9: Tabela B do método RULA

<b>Pontuação postura do tronco</b>												
	1		2		3		4		5		6	
	<i>Membros</i>		<i>Membros</i>		<i>Membros</i>		<i>Membros</i>		<i>Membros</i>		<i>Membros</i>	
<i>Pescoço</i>	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

## 2.5.2.10 Etapa 10 - Método RULA

A etapa 10 do método RULA avalia o uso da musculatura do pescoço, tronco e pernas, conforme critérios descritos a seguir:

- Postura não é essencialmente estática: **+0**
- Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: **+1**

## 2.5.2.11 Etapa 11 - Método RULA

A etapa 11 do método RULA avalia o fator de Força & Carga para o uso do pescoço, tronco e pernas, e pontua conforme critérios descritos a seguir:

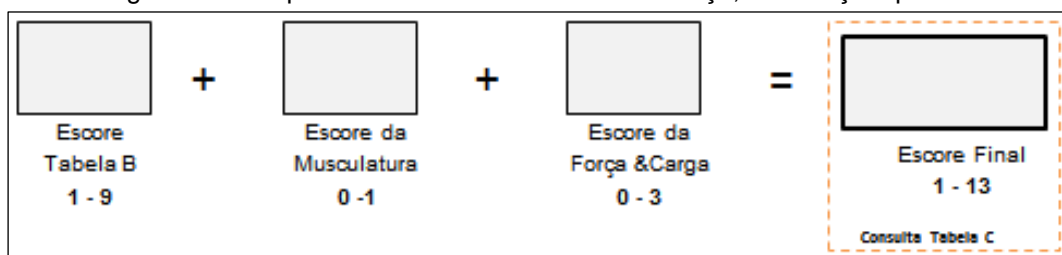
- Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): **+0**
- 2-10kg carga ou força intermitente: **+1**
- 2–10kg Carga estática ou forças repetidas: **+2**
- 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): **+3**

## 2.5.2.12 Etapa 12 - método RULA

A etapa 12 do método RULA define critério para o escore final da análise do braço, antebraço e punho, conforme ilustra a figura 16.



Figura 16 – Etapa 8: Escore final da análise do braço, antebraço e punho.



Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

## 2.5.2.13 Etapa 13 - Método RULA

A etapa 13 do método RULA define o escore final da postura tabulando o escore da etapa 8 com o escore da etapa 12 na Tabela C, conforme ilustra a tabela 03.

Tabela 03 – Etapa 13: Escore Final da análise da postura

<b><i>Escore final da análise da postura de pescoço, tronco e pernas.</i></b>								
<b><i>Escore Final</i></b>		<b><i>1</i></b>	<b><i>2</i></b>	<b><i>3</i></b>	<b><i>4</i></b>	<b><i>5</i></b>	<b><i>6</i></b>	<b><i>7+</i></b>
<b><i>Escore final da análise da postura do braço e punho</i></b>	<b><i>1</i></b>	1	2	3	3	4	5	5
	<b><i>2</i></b>	2	2	3	4	4	5	5
	<b><i>3</i></b>	3	3	3	4	4	5	6
	<b><i>4</i></b>	3	3	3	4	5	6	6
	<b><i>5</i></b>	4	4	4	5	6	7	7
	<b><i>6</i></b>	4	4	5	6	6	7	7
	<b><i>7</i></b>	5	5	6	6	7	7	7
	<b><i>8+</i></b>	5	5	6	7	7	7	7

Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

## 2.5.2.14 Etapa 14 - Método RULA

A etapa 14 do método RULA define o nível de ação e sua classificação relacionada ao escore final da etapa 13, conforme ilustra a tabela 04.

Tabela 04 – Classificação do nível de ação

<b>ESCORE FINAL</b>	<b>NÍVEL DE AÇÃO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
1 - 2	1	ACEITÁVEL
3 - 4	2	INVESTIGAR E MELHORAR
5 - 6	3	INVESTIGAR E FAZER MELHORIA NUM TEMPO BREVE
7	4	INVESTIGAR E MUDAR IMEDIATAMENTE

Fonte: Mc Atamney e Corlet (1993)

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A análise ergonômica em uma linha de embalagem de cartucho de tinta foi realizada entre os meses de outubro de 2015 e dezembro de 2015, utilizando formulários dos métodos adotados, câmera fotográfica e filmadora.

#### 3.1 DIMENSÃO SOCIAL E DEMOGRÁFICA E AMBIENTE GEOGRÁFICO DA EMPRESA

Realizou-se o levantamento de dados da dimensão social e demográfica com auxílio do departamento de Recursos Humanos e líder de produção da área de cartucho de tinta, dos quais foram encontrados e consolidados os seguintes dados:

- Número de pessoas que trabalham em determinada equipe (headcount);
- Organograma da área;
- Características dos trabalhadores (sexo, idade, altura, escolaridade, estado civil e experiência na função);
- Informações sobre as influências externas (localização, clima, moradia, transporte e vida social).

#### 3.2 DIMENSÃO TÉCNICA, PRODUÇÃO E SUA ORGANIZAÇÃO

Nesta etapa, as informações foram obtidas com consulta ao departamento de Engenharia de Manufatura e departamento de Produção; e os dados encontrados foram:

- A carga de trabalho (horário do expediente de trabalho e pausas);
- Balanceamento da linha de montagem, que define o número de posto de montagem e o tempo padrão de montagem;
- Procedimento de montagem, que descreve o passo a passo de montagem em série;

- As metas estabelecidas pela organização e Plano de Produção.

### 3.3 INFORMAÇÕES SOBRE OS RISCOS AMBIENTAIS

Os dados descritivos dos riscos ambientais foram levantados com o SESMT-Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho da empresa, em consulta ao documento:

- PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais).

### 3.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A análise ergonômica do trabalho foi realizada utilizando as ferramentas método RULA – *Rapid Upper Limb Assessment* (Mc Atamney e Corlet, 1993).

A aplicação do método RULA foi realizada com uma equipe multidisciplinar, formada pelo Líder de Produção, Instrutor de Treinamento e o Autor da Monografia, ao qual efetuaram também registros fotográficos e filmagens dos processos de trabalho de cada posto analisado, para eventual verificação em caso de dúvidas ou até mesmo falta de consenso da equipe em relação a alguma etapa do processo e/ ou método adotado.

### 3.5 INFORMAÇÕES DA EMPRESA ESTUDADA

A empresa estudada está situada na cidade de Barueri, que pertence à região metropolitana de São Paulo, no estado de São Paulo e no Brasil. O seu clima é considerado subtropical e possui temperatura média anual de 20 graus centígrados.

#### 3.5.1 Seguimento da empresa estudada e suas características

A empresa é uma fábrica do seguimento eletroeletrônico (CNAE 26.22-1-00 Fabricação de periféricos para equipamentos de informática), possui três áreas

produtivas: produção de placas de circuito impresso, produção de impressoras e produção de cartucho de tinta, que são climatizadas com temperatura na faixa de 23°C, possui refeitório no local e pacote de benefícios: plano de saúde médica e dental, previdência privada, vale alimentação e PLR (Participação nos Lucros e Resultado). Outra característica da empresa estudada é o programa de ginástica laboral três vezes por semana e parada de 15 minutos para descanso.

A empresa estudada possui trezentos e noventa e dois funcionários ativos distribuídos em oito áreas de trabalho: produção de impressoras, produção de placas de circuito impresso, produção de cartucho de tinta, almoxarifado, garantia da qualidade, técnica, planejamento, administrativa, conforme ilustrada na tabela 05.

Tabela 05 – Número de funcionários

Departamento	Nº de Funcionários
Produção de Impressoras	235
Produção de Placas de Circuito Impresso	40
Produção de Cartucho de Tinta	10
Almoxarifado	37
Garantia da Qualidade	17
Técnico	15
Planejamento	10
Administrativa	28
Total	392

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.2 Carga horária de trabalho para área produtiva

A carga horária de trabalho para área produtiva é de quarenta e quatro horas semanais, de segunda-feira a sábado, das 05:40 às 14:00 e para a área

estudada, Cartucho de Tinta, os intervalos praticados estão ilustrados na tabela 06.

Tabela 06 – Horário de trabalho da área produtiva Cartucho de Tinta

Descrição	Horário
Entrada e Saída	05:40 ~ 14:00
Ginástica Laboral ou Descanso	07:00 ~ 07:05
Café	08:00 ~ 08:15
Almoço	10:50 ~ 11:50

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.3 Deslocamento casa/trabalho e vice-versa

Os funcionários da área de Cartucho de Tinta moram próximos ao local do trabalho, utilizam transporte público e o tempo médio de deslocamento é de quarenta e um minutos, conforme ilustra a tabela 07.

Tabela 07 – Deslocamento casa/trabalho

Nome da Cidade	Nº de Funcionários	Nº de ônibus	Tempo de transporte
Barueri / SP	4	1	38 minutos
Carapicuíba / SP	4	2	42 minutos
Jandira / SP	1	1	45 minutos
Osasco / SP	1	1	40 minutos

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.4 Afastamento médico

A área de Cartucho de Tinta foi implantada e iniciou sua operação no ano 2011 e o número de ocorrência de afastamento médico motivado por lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (B91: auxílio doença acidentário, conforme classificação da Previdência Social estabelecido pelo Decreto 6.042/2007) são consideradas reduzidas em relação às outras doenças (somente dois casos), conforme ilustra a tabela 08.

Tabela 08 – Afastamento Médico

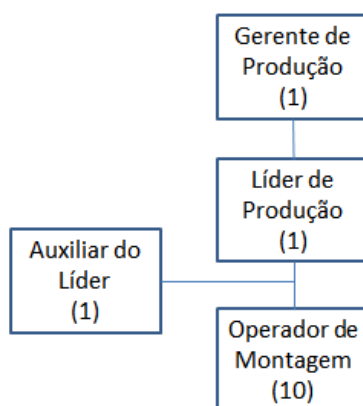
<b>Funcionário</b>	<b>Afastamento</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Motivo do Afastamento</b>
A	90 dias	Nov/2012	CID 10 - M65.9 Sinovite e tenossinovite não especificadas
B	60 dias	Fev/2013	CID 10: M719 - Bursopatia
	01 dia	Mar/2014	CID 10: G431 - Enxaqueca
C	05 dias	Mar/2013	CID 10: K40.9 - Hérnia inguinal unilateral
D	02 dias	Nov/2013	CID 10: J06.9 - Infecção aguda das vias aéreas superiores
E	02 dias	Mar/2013	CID 10: M54.5 - Dor lombar baixa
	01 dia	Out/2014	CID 10: R520 - Dor aguda
F	01 dia	Set/2015	CID 10: H525 - Transtornos dos músculos oculares
			CID 10: G43.9 - Enxaqueca, sem especificação
G		Jan/2015	

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.5 Organograma da área de cartucho de tinta

A empresa estudada possui uma estrutura organizacional com níveis hierárquicos e cada função é definida suas responsabilidades, experiências e competências necessárias para exercer o cargo. A área de cartucho de tinta possui dez funcionários operacionais e três funcionários administrativos, conforme descrito na figura 17.

Figura 17 – Organograma da área de cartucho de tinta



Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.6 Características dos trabalhadores

A tabela 09 ilustra as características dos trabalhadores da área de produção de cartucho de tinta, em que possui dois grupos: homogênea e heterogêneo. O grupo homogêneo é formado pelas características: sexo, idade, altura e escolaridade, enquanto o grupo heterogêneo é formado pelas características: estado civil e experiência profissional, e dentre todas as características dos trabalhadores descritas, a altura dos trabalhadores se destaca sobre o ponto de vista ergonômico, uma vez que é possível padronizar a altura da bancada de trabalho.

Tabela 09 – Características dos trabalhadores

<b>Funcionário</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>Altura</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Experiência</b>
1	Feminino	29 anos	1,66 m	2º grau	10 anos
2	Feminino	29 anos	1,67 m	2º grau	07 anos
3	Feminino	42 anos	1,67 m	2º grau	04 anos
4	Feminino	30 anos	1,57 m	2º grau	04 anos
5	Feminino	30 anos	1,65 m	2º grau	02 anos
6	Feminino	34 anos	1,55 m	2º grau	02 anos
7	Feminino	26 anos	1,62 m	2º grau	02 anos
8	Feminino	26 anos	1,68 m	2º grau	02 anos
9	Feminino	18 anos	1,60 m	2º grau	06 meses
10	Feminino	19 anos	1,64 m	2º grau	06 meses

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.5.7 Tempo padrão da linha de embalagem de cartucho de tinta

A linha de embalagem de cartucho de tinta é balanceada para atender a demanda de produção e possui estudo de tempo padrão para um funcionário habilitado e treinado na função. No cálculo do tempo padrão considera-se acréscimo de 10% para tolerância pessoal e tolerância devido à fadiga, sendo que esse acréscimo é devido ao fenômeno fisiológico fadiga, no qual significa a redução da capacidade física e mental do trabalhador durante o expediente de trabalho.



A área técnica da empresa estudada dimensionou a mão de obra necessária para atender uma produção horária de 2.200 unidades por hora, possibilitando uma produção mensal de 370.000 unidades. A fórmula de cálculo da mão de obra está descrito a seguir e os dados do estudo de tempo estão ilustrados tabela 10.

$$\text{Mão de obra} = \frac{\text{Necessidade de produção horária: 2.200 unidades}}{\text{Capacidade de unidades horária}}$$

Tabela 10 – Tempo de ciclo

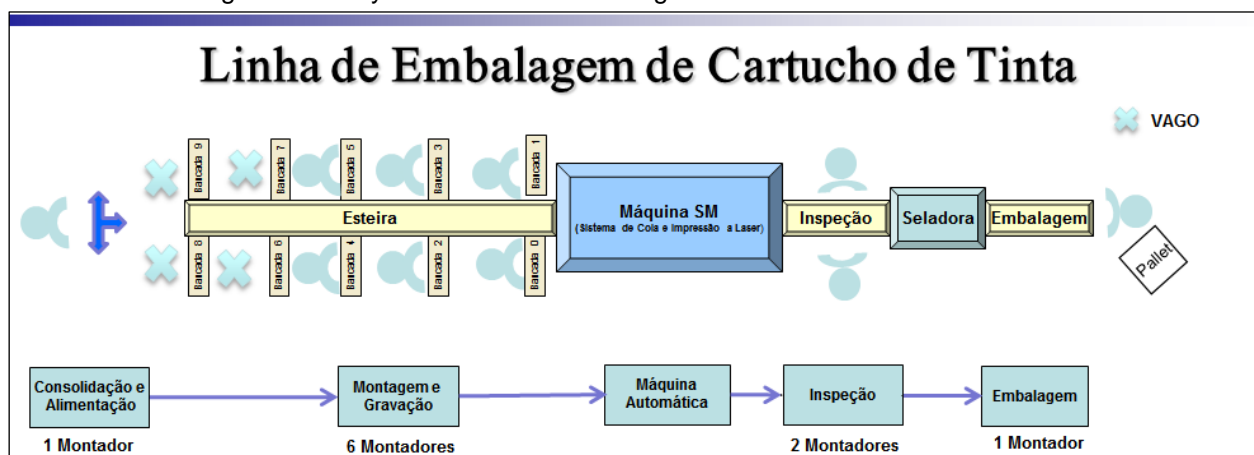
Ordem	Postos de Trabalho	Tempo de Ciclo (TC) (segundos)	Capacidade Unidades/hora	Dimensionamento da mão-de-obra	Ocupação %
1	Montagem e Gravação	9,00	400	6	91,7
2	Inspeção	3,20	1.125	2	97,8
3	Embalagem	1,65	2.182	1	100,0

Fonte: Arquivo pessoal

### 3.5.8 Layout da linha de embalagem de cartucho de tinta

A linha de embalagem de cartucho de tinta está instalada em uma área de 300 m<sup>2</sup>, possui uma linha de montagem de 20 metros de comprimento por 03 metros de largura, 12 bancadas de trabalho, 01 máquina automática que aplica cola adesiva para fechamento das abas da caixa individual e na mesma bancada está acoplada uma impressora para o lote de validade, 01 máquina seladora de caixa master e 02 esteiras transportadora, conforme ilustra a figura 18.

Figura 18 – Layout da linha de embalagem de cartucho de tinta



### 3.6 FERRAMENTA UTILIZADA NA ANÁLISE ERGONÔMICA

Considerando que a empresa estudada possui um ambiente salubre, organizado com uma infraestrutura que proporciona conforto aos funcionários e atende aos requisitos da norma regulamentadora nº 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, prevista na portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, conforme ilustra a tabela 11.

Tabela 11 – Dados do PPRA 2015

<b>Agentes</b>	<b>Resultados</b>
Agentes biológicos	Inexistente
Agentes químicos	Inexistente
Ruído	70 dbA - adequada
Ergonômico	Risco de lesões osteomusculares
Iluminância	1350 Lux
Temperatura	23°C
<b>Medidas de Controle Existentes</b>	
Uso de EPI (Calçado de segurança, uniforme de trabalho e luvas), pausas estratégicas para descanso, ambiente climatizado, ginástica laboral, esteira com varal de acionamento de botão de emergência, mobiliário atendendo as exigências da NR17, rodízio frequente entre postos para proporcionar variabilidade das atividades de montagem, apoio semi-sentado em todos os postos, treinamento dos operadores.	

Fonte: Arquivo pessoal

Diante do exposto, a análise ergonômica foi focada na postura do trabalhador mais crítica nos postos de gravação, inspeção e embalagem; registradas com fotografia, filmagem e utilizada a planilha adaptada do método RULA – *Rapid Upper Limb Assessment*, conforme ilustra a figura 19.

Figura 19 – Planilha método RULA

[illegible]

Fonte: Adaptado de Mc Atamney e Corlet (1993)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

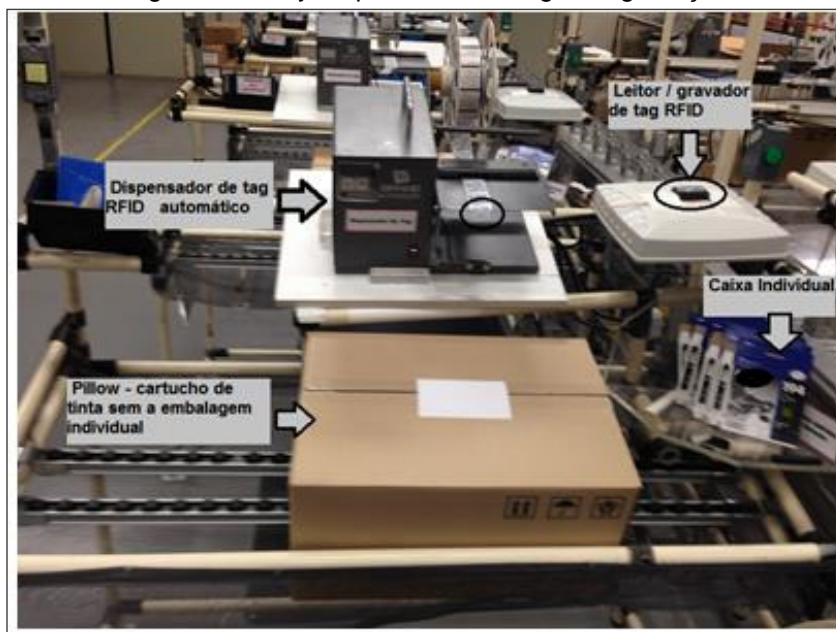
### 4.1 RESULTADOS

Os resultados obtidos na análise ergonômica da linha de manufatura de cartucho de tinta serão apresentados em ordem cronológica, com ilustrações de fotos, figuras e tabelas visando facilitar a compreensão do leitor.

#### 4.1.1 Avaliação ergonômica do posto de montagem e gravação

O posto de montagem e gravação possui dez bancadas construídas com tubos e conexões adaptada para o funcionário trabalhar em pé ou com banco semi sentado, dez dispensadores automático de etiqueta RFID, dez antenas/gravador de etiqueta RFID e dez suportes para caixas individuais, distribuído em um layout conforme ilustra a figura 20.

Figura 20 – Layout posto de montagem e gravação



Fonte: Arquivo pessoal

Os funcionários trabalham com os membros superiores, utilizando o lado direito e esquerdo individualmente e simultaneamente, totalizando 15 movimentos em um tempo de ciclo de 09 segundos, conforme ilustra a tabela 12.

Tabela 12 – Movimentos dos membros superiores (posto de montagem e gravação)

<b>Atividades</b>	<b>Braços</b>		
	<b>Direita</b>	<b>Esquerda</b>	<b>Ambos</b>
<i>Passo 1- Deslocar o braço direito até o suporte da caixa individual</i>	1		
<i>Passo 2- Pegar uma caixa individual c/ mão direita</i>	1		
<i>Passo 3- Pré-formar a caixa individual c/ mão direita</i>	1		
<i>Passo 4- Deslocar o braço direito ao centro da bancada segurando uma caixa individual</i>	1		
.		1	
<i>Passo 6- Pegar um pillow c/ mão esquerda</i>		1	
<i>Passo 7- Deslocar o braço esquerdo segurando o pillow até no dispensador de tag RFID</i>		1	
<i>Passo 8- Fixar um tag RFID no pillow com a mão esquerda</i>		1	
<i>Passo 9- Retornar o braço esquerdo ao centro da bancada segurando o pillow com tag RFID</i>		1	
<i>Passo 10- Posicionar o pillow na cx individual</i>			1
<i>Passo 11- Pré-formar as abas da cx individual</i>			1
<i>Passo 12- Deslocar o conjunto (pillow+tag+cx ind.) p/ a leitor e gravador de tag com o braço direito.</i>	1		
<i>Passo 13- Fazer a gravação do tag posicionando o conjunto (pillow+tag+cx ind.) sobre o leitor/gravador até gravar (por volta de três segundos)</i>	1		
<i>Passo 14- Deslocar o conjunto (pillow+tag gravado+cx ind.) p/a esteira transportadora automática com o braço direito</i>	1		
<i>Passo 15- Posicionar o conjunto na esteira transportadora automática com braço direito</i>	1		
<b>Total de movimentos</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Fonte: Arquivo pessoal

Os movimentos dos membros superiores ao mesmo tempo, das atividades descritas na tabela 12, totalizam seis combinações de montagens, conforme descrito a seguir:

- Passo 1 e 12;
- Passo 2 e 13;
- Passo 3 e 5;
- Passo 4 e 7;
- Passo 6 e 14;
- Passo 10 e 11.

Enquanto atividades em que o funcionário usa um dos membros superiores (direito ou esquerdo) totalizam três passos descritos na tabela 12: passo 8, passo 9 e passo 15. A figura 21 ilustra exemplos de movimentos em conjunto e individual.

Figura 21 – Exemplos de movimentos do posto de montagem e gravação




Fonte: Arquivo pessoal

A equipe de avaliação ergonômica foi formada pela líder de produção, instrutora de treinamento e o autor desta Monografia, que analisaram em conjunto, uma média de dez ciclos de montagem, preencheram as planilhas do

método RULA e definiram a análise ergonômica in loco. Após esta primeira análise ergonômica, a equipe comparou os resultados obtidos com as imagens da filmagem dessa etapa de montagem e os resultados obtidos para cada etapa do método RULA estão descritos a seguir:

- Etapa 1 do método RULA: A postura mais crítica do braço nas atividades do posto de montagem e gravação foi a gravação da etiqueta RFID (passo 13 da tabela 12), em que o braço direito fica elevado e abduzido por volta de três segundos. Neste cenário o escore mais crítico foi do braço direito, conforme ilustra a figura 22.


Figura 22 – Escore da postura do braço (montagem e gravação)

Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 1: Postura do braço</b>	<p><b>Direito:</b> movimento de 45° até 90° (+3), elevado (+1) e abduzido (+1). Escore = 3 + 1 + 1 = 5</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento até 90° (+3) = 3. Escore = 3 + 0 + 0 = 3</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 2 do método RULA: A postura mais crítica do antebraço nas atividades do posto de montagem e gravação foi a montagem do pillow na caixa individual (passo 9, 10 e 11 da tabela 12) e ambos o antebraços (direito e esquerdo) foram classificados com mesmo escore, conforme ilustra a figura 23.


Figura 23 – Escore da postura do antebraço (montagem e gravação)

Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 2: Postura do antebraço</b>	<p><b>Direito:</b> movimento de 0° até 60° (+2). Escore = 2</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento de 60° até 100° (+2). Escore = 2</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 3 do método RULA: A postura mais crítica do punho nas atividades do posto de montagem e gravação foi a montagem do pillow na caixa individual (passo 9, 10 e 11 da tabela 12) e ambos o punhos (direito e esquerdo) foram classificados com mesmo escore, conforme ilustra a figura 24.

Figura 24 – Escore da postura do punho (montagem e gravação)


Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 3: Postura do punho</b>	<p><b>Direito:</b> movimento até 15° para cima e/ou para baixo (+2). Escore = 2</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento até 15° para cima e/ou para baixo (+2). Escore = 2</p>	

Fonte: Arquivo pessoal



- Etapa 4 do método RULA: Nas atividades do posto de montagem e gravação não foi detectado movimentos de giro do punho e o escore classificado para o punho direito e punho esquerdo foi igual a 1.
- Etapa 5 do método RULA: Nesta etapa 5 foram tabulado os escores encontrados dos braços, antebraços, punhos e giro dos punhos na tabela A do método RULA (item 2.5.2.5) e definido o escore do membro superior direito e esquerdo, igual a 6 e 4 respectivamente.
- Etapa 6 do método RULA: Nas atividades do posto de montagem e gravação a classificação da musculatura para os membros superiores foi considerada como postura não é essencialmente estática e neste caso o escore da musculatura foi igual a zero.
- Etapa 7 do método RULA: Nas atividades do posto de montagem e gravação o fator de força e carga para os membros superiores foi considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore de força e carga foi igual a zero.
- Etapa 8 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 5, 6 e 7 para definir o escore final dos membros superiores do lado direito e esquerdo, que foi igual 6 e 4 respectivamente.
- Etapa 9 do método RULA: Nesta etapa avalia a postura mais crítica do pescoço, tronco e pernas e tabula os escores na tabela B do método RULA (item 2.5.2.9) e o resultado está ilustrado na figura 25.

Figura 25 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas (montagem e gravação)

Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 9: Postura do pescoço, tronco e pernas</b>	<b>Pescoço:</b> movimento de 10° a 20° (+2). Escore = 2	
	<b>Tronco:</b> não há movimento (+1). Escore = 1	
	<b>Perna:</b> bem suportados e postura equilibrada (+1). Escore = 1	
	Tabular escores anteriores na tabela B <b>Escore etapa 9 = 2</b>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 10 do método RULA: Nas atividades do posto de montagem e gravação a postura é essencialmente estática para o pescoço, tronco e pernas e o escore da musculatura foi igual a +1.
- Etapa 11 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem o fator de força e carga foi considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore para o pescoço, tronco e pernas foi igual a +0.
- Etapa 12 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 9, 10 e 11 e o resultado desta soma define o escore final pescoço, tronco e pernas, que foi igual +3.
- Etapa 13 do método RULA: Tabulado o escore final da postura do braço, antebraço, punho e giro do punho com o escore final da postura do pescoço, tronco e pernas na tabela C do método RULA e encontrado o resultado final do escore do lado direito igual a +5 e do lado esquerdo igual a +3.

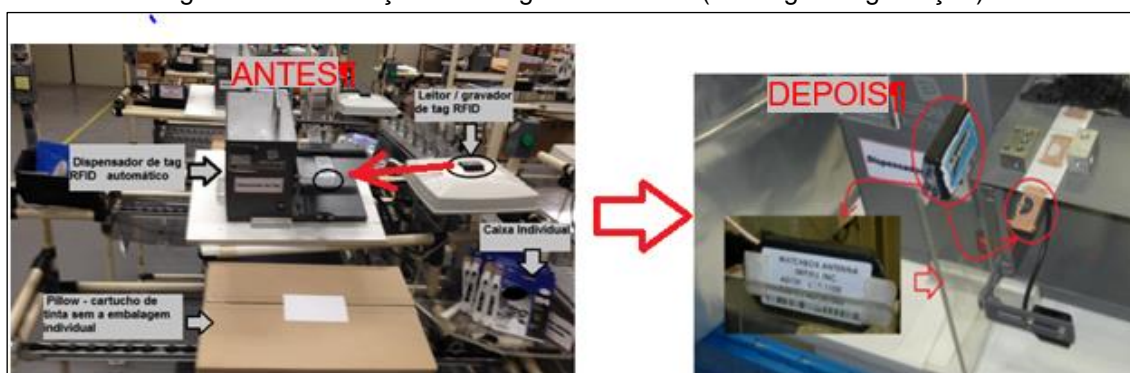
- Etapa 14 do método RULA: Esta etapa define a ação ser tomada para o posto de montagem e gravação e o escore final mais crítico foi igual a 5 do lado direito e este resultado significa que o nível de ação é igual 3: investigar e melhorar num tempo breve.

Os resultados obtidos na avaliação ergonômica do posto de montagem e gravação, revelaram que a postura mais crítica identificada foi a da etapa 1 (ilustrada na figura 22), ao qual contribuiu para um escore final elevado, indicando necessidade de melhoria num tempo breve.

#### 4.1.1.1 Propostas de melhorias no posto de montagem e gravação

Após constatação do ponto crítico, foi sugerido ao departamento de engenharia, uma alteração no processo de montagem e gravação, onde a recomendação foi o reposicionamento do gravador/leitor da etiqueta RFID para próximo ao dispensador automático; por consequência, eliminou-se a atividade mais crítica: a gravação da etiqueta RFID (passo 13 da tabela 12), conforme ilustra a figura 26.

Figura 26 – Mudança do leitor/gravador RFID (montagem e gravação)



Fonte: Arquivo pessoal

Nesse cenário, o escore da postura do braço lado direito (figura 22) diminuiu de 5 para 3 e consequentemente diminui o escore final da avaliação ergonômica

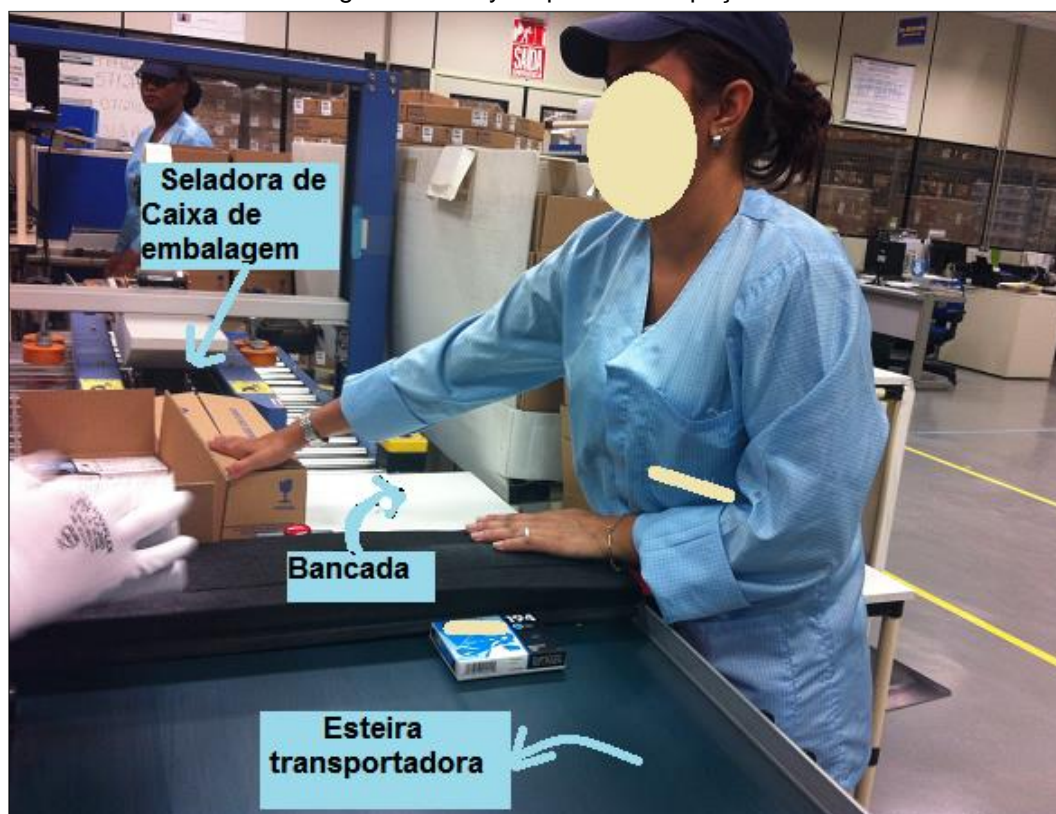
pelo método RULA, que significa diminuição de risco de doenças osteomusculares relacionado ao trabalho.

Outro aspecto relevante observado, foi a importância do envolvimento dos funcionários na busca por melhorias, pois em consequência da participação percebeu-se a maior adesão para modificações do processo e aumento do volume de produção de 400 unidades/homem hora para 444 unidades/homem hora sem alterar o ritmo de montagem.

#### 4.1.2 Avaliação ergonômica do posto de inspeção

A estação de trabalho do posto de inspeção possui uma esteira transportadora, uma bancada com apoio de pé e uma maquina seladora de caixa de embalagem, conforme ilustra a figura 27.

Figura 27 – Layout posto de inspeção



Fonte: Arquivo pessoal

Dois funcionários trabalham em posição em pé, permanecendo em frente à bancada, com movimentação pouco frequente de membros inferiores e movimentação frequente de membros superiores. Os movimentos dos membros superiores são realizados tanto de forma individual, bem como concomitante; totalizando 29 movimentos para colocar 32 unidades de embalagens de cartuchos para dentro de uma caixa máster, em um tempo de ciclo de 1 minuto e 42 segundos, conforme descrição dos passos de montagem do posto de inspeção:

Passo 1 - Posicionar o cartucho de tinta sobre a bancada e empilhar dois conjuntos de quatro unidades uma sobre a outra, conforme ilustra a figura 28.

Figura 28 – Passo 1 da montagem do posto de inspeção



Fonte: Arquivo pessoal

Passo 2 – Inspeccionar o lote de fabricação nos dois lados do conjunto de cartucho de tinta empilhado, conforme ilustra a figura 29.



Figura 29 – Passo 2 da montagem do posto de inspeção



Fonte: Arquivo pessoal

Passo 3 – Posicionar o conjunto de oito cartuchos de tinta empilhados dentro da caixa máster e repetir esta atividade até completar a caixa máster com trinta e dois cartuchos de tinta, conforme ilustra a figura 30.

Figura 30 – Passo 3 da montagem do posto de inspeção



Fonte: Arquivo pessoal

Passo 4 – Fechar as abas superiores da caixa máster e posicionar na máquina seladora de caixa de embalagem, conforme ilustra a figura 31.

Figura 31 – Passo 4 da montagem do posto de inspeção



Fonte: Arquivo pessoal

O total dos movimentos para realizar as atividades do posto de inspeção é de 37 movimentos em tempo de ciclo de 1 minuto e 42 segundos e a frequência do uso do lado direito, do lado esquerdo ou ambos os lados dos membros superiores depende da posição do funcionário na bancada de trabalho, conforme desmonta a tabela 13 os movimentos dos membros superiores com o funcionário trabalhando no lado esquerdo da bancada.

Tabela 13 – Movimentos dos membros superiores do posto de inspeção (esquerdo)

<b>Atividades</b>	<b>Direito</b>	<b>Esquerdo</b>	<b>D&amp;E</b>
<i>Passo 1 – Empilhar cartucho de tinta</i>	24		
<i>Passo 2 – Inspeccionar lote de fabricação</i>			2
<i>Passo 3 – Posicionar cartucho de tinta na caixa máster</i>		8	
<i>Passo 4 – Fechar as abas e posicionar caixa máster na seladora de caixa de embalagem</i>		1	2
<i>Total de movimentos</i>	24	9	4

Fonte: Arquivo pessoal

Considerando o posicionamento do funcionário no lado oposto da bancada do posto de inspeção, a frequência dos movimentos do membro superior direito inverte com a frequência dos movimentos do membro superior esquerdo, conforme ilustra a tabela 14.

Tabela 14 – Movimentos dos membros superiores do posto de inspeção (direito)

<b>Atividades</b>	<b>Direita</b>	<b>Esquerda</b>	<b>D&amp;E</b>
<i>Passo 1 – Empilhar cartucho de tinta</i>		24	
<i>Passo 2 – Inspeccionar lote de fabricação</i>			2
<i>Passo 3 – Posicionar cartucho de tinta na caixa máster</i>	8		
<i>Passo 4 – Fechar as abas e posicionar caixa máster na seladora de caixa de embalagem</i>	1		2
<i>Total de movimentos</i>	9	24	4


Fonte: Arquivo pessoal

A avaliação ergonômica do posto de inspeção foi realizada com um funcionário trabalhando no lado esquerdo da bancada de trabalho e os resultados obtidos para cada etapa do método RULA estão descritos a seguir:

- Etapa 1 do método RULA: Existem duas posturas críticas dos braços nas atividades do posto de inspeção: as atividades do passo 1 (empilhar cartucho de tinta) e do passo 4 (fechar as abas e posicionar caixa máster na seladora de caixa de embalagem), influenciando o escore da postura do braço direito e esquerdo, conforme ilustra a figura 32.




Figura 32 – Escore da postura do braço do posto de inspeção

Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 1: Postura do braço</b>	<p><b>Direito:</b> movimento de 45° até 90° (+3), elevado (+1) e abduzido (+1).  <b>Escore:</b> 3 + 1 + 1 = 5</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento de 45° até 90° (+3) e abduzido (+1).  <b>Escore:</b> 3 + 1 + 1 = 5</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 2 do método RULA: A postura mais crítica do antebraço nas atividades do posto de inspeção foi no passo 2 – Inspeccionar lote de fabricação e ambos o antebraços (direito e esquerdo) foram classificados com mesmo escore, conforme ilustra a figura 33.

Figura 33 – Escore da postura do antebraço do posto de inspeção


Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 2: Postura do antebraço</b>	<p><b>Direito:</b> movimento de 0° até 60° (+2).  <b>Escore</b> = 2</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento de 0° até 60° (+2).  <b>Escore</b> = 2</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 3 do método RULA: A postura mais crítica do punho nas atividades do posto de inspeção foi no passo 1 – empilhar cartucho de tinta e no passo 2 - Inspeccionar lote de fabricação e ambos os punhos

(direito e esquerdo) foram classificados com mesmo escore, conforme ilustra a figura 34.

Figura 34 – Escore da postura do punho do posto de inspeção

Etapa	Escore	Ilustração
<p><b>Etapa 3: Postura do punho</b></p>	<p><b>Direito:</b> movimento maior que 15º para cima e/ou para baixo (+3). Escore = 3</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento maior que 15º para cima e/ou para baixo (+3). Escore = 3</p>	


Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 4 do método RULA: Nas atividades do posto de inspeção não foi detectado movimentos de giro do punho e o escore classificado para o punho direito e punho esquerdo foi igual a 1.
- Etapa 5 do método RULA: Nesta etapa 5 foram tabulados os escores encontrados dos braços, antebraços, punhos e giro dos punhos na tabela A do método RULA (item 2.5.2.5) e definido o escore do membro superior direito e esquerdo, igual a 6 para ambos os lados.
- Etapa 6 do método RULA: Nas atividades do posto de inspeção a classificação da musculatura para os membros superiores foi considerada como postura não é essencialmente estática e neste caso o escore da musculatura foi igual a zero.
- Etapa 7 do método RULA: Nas atividades do posto de montagem inspeção o fator de força e carga para os membros superiores foi

considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore de força e carga foi igual a zero.

- Etapa 8 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 5, 6 e 7 para definir o escore final dos membros superiores do lado direito e esquerdo, que foi igual 6 para ambos os lados.
- Etapa 9 do método RULA: Nesta etapa avalia a postura mais crítica do pescoço, tronco e pernas e tabula os escores na tabela B do método RULA (item 2.5.29) e o resultado está ilustrado na figura 35.

Figura 35 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas do posto de inspeção

Etapa	Escore	Ilustração
<b>Etapa 9: Postura do pescoço, tronco e pernas</b>	<b>Pescoço:</b> movimento de 10° a 20° (+2). Escore = 2	
	<b>Tronco:</b> não há movimento (+1). Escore = 1	
	<b>Perna:</b> bem suportados e postura equilibrada (+1). Escore = 1	
	Tabular escores anteriores na tabela B	
	<b>Escore etapa 9 = 2</b>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 10 do método RULA: Nas atividades do posto de inspeção a postura é essencialmente estática para o pescoço, tronco e pernas e o escore da musculatura foi igual a 1.
- Etapa 11 do método RULA: Nas atividades do posto de inspeção o fator de força e carga foi considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore para o pescoço, tronco e pernas foi igual a 0.

- Etapa 12 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 9, 10 e 11 e o resultado desta soma define o escore final pescoço, tronco e pernas, que foi igual a 3.
- Etapa 13 do método RULA: Tabulado o escore final da postura do braço, antebraço, punho e giro do punho com o escore final da postura do pescoço, tronco e pernas na tabela C do método RULA e encontrado o resultado final do escore do lado direito igual a 5 e do lado esquerdo igual a 5.
- Etapa 14 do método RULA: Esta etapa define a ação ser tomada para o posto de inspeção e o escore final foi igual a 5 para ambos os lados dos membros superiores e este resultado significa nível de ação igual a 3: investigar e fazer melhoria num tempo breve.

#### 4.1.2.1 Propostas de melhorias do posto de inspeção

Diante do exposto, identificou-se a necessidade de realizar melhorias ergonômicas no posto de inspeção, ao qual foram recomendadas melhorias descritas abaixo com a finalidade de mitigar o risco ergonômico relacionado com as posturas inadequadas:

- Introduzir cadeira com apoio de braço para que o funcionário faça a opção de trabalhar sentado ou em pé; e possibilite assim a alternância de postura, bem como o apoio dos braços.
- Alterar o layout da estação de trabalho para que o funcionário se aproxime da máquina seladora, evitando a necessidade de extensão do braço ao colocar a caixa máster de embalagem na máquina, e diminuindo assim as zonas de alcance.

Considerando a implantação das melhorias recomendadas no posto de inspeção, ao analisar a simulação dos movimentos, percebe-se que esta proposta reduz irá de maneira significativa o escore da postura dos membros superiores, e o nível de ao do método RULA (tabela 14), conforme ilustra a tabela 15.

Tabela 15 – Avaliação ergonômica com melhoria posto de inspeção

<b>Principais mudanças no escore</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>
<i>Escore etapa 1 – postura do braço</i>	<i>Direito: <math>3 + 1 + 1 = 5</math> Esquerdo: <math>3 + 1 + 1 = 5</math></i>	<i>Direito: <math>3 + 0 + 0 - 1 = 2</math> Esquerdo: <math>3 + 0 + 0 - 1 = 2</math></i>
<i>Escore etapa 2 – postura do antebraço</i>	<i>Direito: <math>2 + 0 = 2</math> Esquerdo: <math>2 + 0 = 2</math></i>	<i>Direito: <math>1 + 0 = 1</math> Esquerdo: <math>1 + 0 = 1</math></i>
<i>Escore etapa 5 – postura dos membros superiores</i>	<i>Direito: 6 Esquerdo: 6</i>	<i>Direito: 3 Esquerdo: 3</i>
<i>Escore etapa 12 - escore final dos membros superiores</i>	<i>Direito: 7 Esquerdo: 7</i>	<i>Direito: 4 Esquerdo: 4</i>
<i>Escore etapa 13 – escore final (membros superiores, pescoço, tronco e pernas)</i>	<i>Direito: 4 Esquerdo: 4</i>	<i>Direito: 3 Esquerdo: 3</i>
<i>Nível de ao etapa 14 – classificação da ação</i>	<i>Direito: 3 Esquerdo: 3</i>	<i>Direito: 2 Esquerdo: 2</i>

Fonte: Arquivo pessoal

Portanto, as duas ações propostas para o posto de inspeção: 1- cadeira de apoio e, 2 - novo layout; reduziram as condições perigosas relacionadas com a postura dos membros superiores e dos seus movimentos abduzidos; conseqüentemente diminuir o escore da postura do braço (etapa 1) de 5 para 3, e desta forma reduz o escore final (etapa 13) de 5 para 4, melhorando o nível de ao da etapa 14 (etapa 14) de 3 para 2 e conseqüentemente promovendo a melhoria das condições ergonômicas do posto.

### 4.1.3 Avaliação ergonômica do posto de embalagem

A estação de trabalho do posto de embalagem possui uma esteira transportadora, duas bancadas de trabalho, uma balança digital, um micro computador, duas antenas RFID e uma impressora de etiqueta; conforme ilustra a figura 36.

Figura 36 – Layout posto de embalagem



Fonte: Arquivo pessoal

As atividades do posto de embalagem são divididas em três passos de montagens distintos e estão descritos a seguir:

Passo 01: Montar caixas máster, empilhar quatro unidades e disponibilizar no trilho de transporte para o posto de inspeção, conforme ilustra a figura 37.

Figura 37 – Montagem da caixa máster



Fonte: Arquivo pessoal

Passo 2: Posicionar a caixa máster fechada sobre a balança digital e verificar a quantidade existente, conforme ilustra a figura 38.

Figura 38 – Inspeção quantitativa da caixa máster



Fonte: Arquivo pessoal

Passo 3: Posicionar a caixa máster fechada entre as antenas RFID, clicar a tecla “entre” do micro computador, aguardar a impressão da etiqueta do produto, fixa-la na caixa máster e empilhar duzentos e trinta e oito caixas másters sobre o pallet de madeira, sendo quatorze caixas por camada e dezessete camadas no pallet, conforme ilustra a figura 39.



Figura 39 – Validação da caixa máster



Fonte: Arquivo pessoal

Diante do exposto, o posto de embalagem da linha de cartucho de tinta possui movimentos dos membros superiores, pescoço, tronco e pernas, e também possui uma característica diferente dos postos anteriores: o deslocamento de um funcionário em uma área de cinco metros quadrados, durante um tempo de ciclo para montagem de uma caixa máster de , conforme descrito na tabela 16.

Tabela 16 – Movimentos do posto de embalagem

Atividades	Braços			Pesc.	Tronco	Pernas
	Dir.	Esq.	D&E			
<i>Passo 1: Montar caixas máster, empilhar 4 unidades e disponibilizar no trilho de transporte para o posto de inspeção;</i>	1		7			1
<i>Passo 2: Posicionar a caixa máster fechada sobre a balança digital e verificar a quantidade existente</i>	2			1		1
<i>Passo 3: Posicionar a caixa máster entre as antenas RFID, clicar a tecla Ctrl, aguardar a impressão da etiqueta máster, fixar na caixa máster e empilhar 238 unidades sobre o pallet.</i>		1	4	1	1	1
<i>Total de movimentos</i>	4	1	11	2	1	3


Fonte: Arquivo pessoal



A avaliação ergonômica do posto de embalagem foi realizada utilizando o método RULA e considerada a postura mais crítica para cada processo de montagem, conforme descrito a seguir:

- Etapa 1 do método RULA: A postura mais crítica do braço nas atividades do posto de embalagem foi o empilhamento das caixas másters sobre o pallet de madeira, nesse atividade o funcionário posiciona quatorze caixas másters sobre o pallet, e atinge a altura de 1,74 metros, necessitando utilizar os dois braços ao mesmo tempo, conforme ilustra a figura 40.


Figura 40 – Escore da postura do braço (posto de embalagem)

Etapa	Escore	Ilustração
Etapa 1: Postura do braço	<p><b>Direito:</b> movimento de 20° até 90° (+4), elevado (+1) e abduzido (+1) = 6</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento de 20° até 90° (+4) e elevado (+1) e abduzido (+1) = 6</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 2 do método RULA: A postura mais crítica do antebraço nas atividades do posto de embalagem, foi durante o posicionamento da caixa máster fechada entre as antenas RFID, em seguida clicar a tecla do teclado do micro computador e fixar a etiqueta do produto na caixa máster, conforme ilustra a figura 41.

Figura 41 – Escore da postura do antebraço (posto de embalagem)

<p>Etapa 2: Postura do antebraço</p>	<p><b>Direito:</b> movimento de 0° até 60° (+2) e além da linha mediana ou para frente (+1) = 3</p> <p><b>Esquerdo:</b> movimento de 60° até 100° (+2) e além da linha mediana ou para frente (+1) = 3</p>	
--------------------------------------	--	--

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 3 do método RULA: A postura mais crítica do punho nas atividades do posto de embalagem, foi durante o fechamento das abas das caixas másters em que o ângulo de rotação dos punhos fica próximo a 90°, conforme ilustra a figura 42.

Figura 42 – Escore da postura do punho (posto de embalagem)




Etapa	Escore	Ilustração
<p>Etapa 3: Postura do punho</p>	<p><b>Direito:</b> ângulo de 15° para mais e movimento de para cima ou para baixo (3) = 3</p> <p><b>Esquerdo:</b> ângulo de 15° para mais e movimento de para cima ou para baixo (3) = 3</p>	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 4 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem não foi detectado movimentos de giro do punho e o escore classificado para o punho direito e punho esquerdo foi igual a 1.
- Etapa 5 do método RULA: Nesta etapa tabular os escores encontrados dos braços, antebraços, punhos e giro dos punhos na tabela A e o resultado para os membros superiores direito e esquerdo foi igual a 9.

- Etapa 6 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem a postura não é essencialmente estática para os membros superiores e o escore da musculatura foi igual a zero
- Etapa 7 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem o fator de força e carga para os membros superiores foi considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore foi igual a zero.
- Etapa 8 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 5, 6 e 7. O resultado desta soma define o escore final dos membros superiores do lado direito e esquerdo, que foi igual 9.
- Etapa 9 do método RULA: Nesta etapa avalia a postura de pescoço, tronco e pernas e tabula os escores das posturas mais crítica do posto de embalagem na tabela B; e o resultado encontrado foi 9, conforme ilustra a figura 43.

Figura 43 – Escore da postura do pescoço, tronco e pernas (posto de embalagem)

Etapa	Escore	Ilustração
Etapa 9: Postura do pescoço, tronco e pernas	<b>Pescoço:</b> movimento do pescoço 20°+. Escore = 3	
	<b>Tronco:</b> funcionário se curva mais que 60° escore = 4	
	<b>Pernas:</b> bem suportadas e postura equilibrada, escore = 1	

Fonte: Arquivo pessoal

- Etapa 10 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem a postura não é essencialmente estática para o pescoço, tronco e pernas e o escore da musculatura foi igual a zero
- Etapa 11 do método RULA: Nas atividades do posto de embalagem o fator de força e carga foi considerada como sem resistência e carga menos de 2 kg e o escore para o pescoço, tronco e pernas foi igual a zero.
- Etapa 12 do método RULA: Nesta etapa soma os escores encontrados nas etapas 9, 10 e 11 e o resultado desta soma define o escore final pescoço, tronco e pernas, que foi igual 5.
- Etapa 13 do método RULA: Tabular o escore final da postura do braço, antebraço, punho e giro do punho com o escore final da postura do pescoço, tronco e pernas na tabela C, o resultado final do escore do lado direito e do lado esquerdo foi igual 7.
- Etapa 14 do método RULA: Esta etapa define a ação em relação ao escore final e a classificação do nível de ação foi 4, que significa investigar e mudar imediatamente.

Conforme demonstrado anteriormente, o posto de embalagem de cartucho de tinta apresenta risco ergonômicos severo, aos quais são necessárias melhorias ergonômicas urgentes, a fim de mitigar os riscos encontrados na etapa 9 do método RULA (postura do pescoço, tronco e pernas).

#### 4.1.3.1 Propostas de melhorias no posto de embalagem

Após reunião com a área técnica, foram analisadas as possíveis melhorias ergonômicas e escolhidas duas recomendações que apresentam melhores custo benefícios para esta atividade, conforme segue descritas a seguir.

- Introduzir um transportador pantográfico semielétrico com elevação até 800 mm;
- Adquirir um carrinho de mão e escada com degraus, conforme ilustra a figura 44.

Figura 44 – Propostas de melhoria no posto de embalagem



Fonte: Soluções Industriais

Portanto, considerando a implantação das melhorias recomendadas no posto de embalagem de cartucho de tinta (figura 44), o risco de ocorrência das LER/DORT (lesões por esforços repetitivos / doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho) diminuirá consideravelmente visto a redução do escore da postura do braço e do tronco, conforme ilustra a simulação dos movimentos apresentada na tabela 17.

Tabela 17 – Avaliação ergonômica após implantar melhoria do posto de embalagem

<b><i>Etapas</i></b>	<b><i>Antes</i></b>	<b><i>Depois</i></b>
<i>Etapa 1: Postura do braço</i>	<i>Direito/Esquerdo: movimento de até 90° (+4), elevado (+1) e abduzido (+1) = 6</i>	<i>Direito/Esquerdo: movimento de 20° até 45° (+3), elevado (+0) e abduzido (+1) = 4</i>
<i>Etapa 9: postura de pescoço, tronco e pernas</i>	<i>Troco: ângulo de rotação 60° = 4</i>	<i>Troco: ângulo de rotação 20°, escore = 2</i>

Fonte: Arquivo pessoal

## 5. CONCLUSÕES

A utilização da metodologia (RULA) trouxe a empresa estudada, uma ferramenta de análise ergonômica assertiva, prática e veloz da sobrecarga biomecânica dos membros superiores, pescoço, tronco e pernas, durante as atividades laborais de uma linha de embalagem de cartucho de tinta.

A análise ergonômica dos postos de montagem/ gravação, inspeção e embalagem, permitiu identificar as posturas inadequadas dos funcionários e classificá-las conforme sua criticidade, utilizando assim a classificação do nível de ação (Tabela 04), para propor melhorias ergonômicas que diminuam o escore da postura (baseado nas figuras do método RULA) e promova a mitigação dos riscos ergonômicos relacionados.

Por conseguinte, conclui-se que os objetivos propostos foram atendidos e que a metodologia adotada, (método RULA), possibilitou identificar os pontos críticos inadequados ergonomicamente, tornando possível realizar estudos de melhorias ergonômicas, bem como, demonstrando a viabilidade na utilização deste método para outras linhas de produção que possuam características similares.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D.; **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo, Editora Blucher, 2009. 240p.

BRASIL. Instituto Nacional do Seguro Social - INSS. Instrução Normativa Nº 98 INSS/DC. **Atualização clínica das lesões por esforços repetitivos (LER) distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT)**. Brasília: DOU DE 10/12/2003, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Saber LER para prevenir DORT**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007. 20 p.

BRASIL. **Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia**. Brasília, Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. 14p.

BRASIL. **Plano Nacional da Saúde 2013**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Fiocruz, 2015, 104p.

COUTO, H. A. **Ergonomia do corpo e do cérebro no trabalho**. Belo Horizonte, Editora Ergo, 2014, 534p.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI E.; FANTI M. **Método Ocra para a análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos**, São Paulo, Editora LTr, 2008, 333p.

GARCIA, G. F. B. **Acidentes de trabalho e nexos técnico epidemiológico**. São Paulo, Editora Método, 2013, 223p.



International Ergonomics Association - IEA. **What is ergonomic?** Disponível em: < <http://www.iea.cc/whats/index.html> > Acesso em: 18.11.2015

JAPAN ERGONOMIC SOCIETY – JES. **History of Ergonomic.** Disponível em < [http://www.ergonomics.jp/e\\_index/e\\_outline/e\\_ergono-history.html](http://www.ergonomics.jp/e_index/e_outline/e_ergono-history.html) > Acesso em: 22.11.2015

KROEMER, k. h. e.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**; trad. Lia Buarque de Macedo Guimarães. Porto Alegre, Editora Bookman, 2005, 327p;

LAPA, R.P. **Investigação e Análise de Incidentes.** São Paulo, Editora Edicon, 2011. 367p.

LIMA, F. P. A. **Ergonomia, ciência do trabalho, ponto de vista do trabalho: a ciência do trabalho numa perspectiva histórica.** Palestra proferida no I Seminário Interinstitucional de Ergonomia. Belo Horizonte, junho de 1995. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/9/7> > Acesso em 10.11.2015.

McATAMNEY, L.; CORLETT E. N. **RULA - Rapid Upper Limb Assessment Step through the following pages, selecting the postures that most accurately reflect your working position.** Nottingham, NG8 2RB, U.K. Nottingham University Business School. Osmond Group Limited (Osmond). Disponível em: <<http://www.rula.co.uk/>>. Acesso em 11 nov. 2015.

USP, ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Ergonomia.** São Paulo: EAD-PECE/EPUSP, 2015. 80p. Apostila para disciplina de pós graduação de Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. eST-602 / STR-602 Ergonomia.

USP, ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Legislação e Normas Técnicas.** São Paulo: EAD-PECE/EPUSP, 2014. 237p. Apostila para disciplina de pós graduação de Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. eST-102 / STR – 102 Legislação e Normas Técnicas.

# ANEXO 01 - Avaliação ergonômica posto de montagem e gravação (frente)

**Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)**

Área: **Cartucho de Tinta Posto**      Posto: **Montagem e Gravação**      Período: **07/12/15 à 11/12/15**

**Etapa 1: Avaliar a postura do braço e pontuar conforme figura**

Acrescentar:  
Se o braço está elevado: +2  
Se o braço está abduzido: +1  
Se o braço está apoiado: -1

Score Braço (máximo 3 pontos)  
Direito: 5 Esquerdo: 3

$D = 3 + 1 + 1 = 5$      $E = 3 + 0 + 0 = 3$

**Etapa 2: Avaliar a postura do antebraço e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se o antebraço estiver acima da linha horizontal ou para frente.

Score Antebraço (máximo 1 ponto)  
Direito: 2 Esquerdo: 2

$D = 2$      $E = 2$

**Etapa 3: Avaliar a postura do punho e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se o punho estiver flexionado ou estendido.

Score Punho (máximo 1 ponto)  
Direito: 2 Esquerdo: 2

$D = 2$      $E = 2$

**Etapa 4: Avaliar o giro do punho e pontuar conforme figura:**

Score Giro do Punho (máximo 1 ponto)  
Direito: 1 Esquerdo: 1

**Etapa 5: Com os scores encontrados dos braços e punhos encontre o score da postura na Tabela A.**

Postura do Braço e Antebraço	Pontuação do Punho			
	Antebraço	Giro do punho	Giro do punho	Giro do punho
1	1	1	2	2
2	2	2	3	3
3	3	3	4	4
4	4	4	5	5
5	5	5	6	6
6	6	6	7	7
7	7	7	8	8
8	8	8	9	9
9	9	9	9	9

**Etapa 6: Avaliar o uso da musculatura (prono-supinação) conforme critérios descritos a seguir: D = Direita; E = Esquerda**

☒ ☒ Postura não é essencialmente estática: +0  
☐ ☐ Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Score de Musculatura  
Direito: 0 Esquerdo: 0

**Etapa 7: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos a seguir: D = Direita; E = Esquerda**

**SELECIONE APENAS UM DESSES:**  
☒ ☒ Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
☐ ☐ 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
☐ ☐ 2-10kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
☐ ☐ 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (parcadas): +3

Score de Força/Carga  
Direito: 0 Esquerdo: 0

**Etapa 8: Somar os scores encontrados: etapa 5 + etapa 6 + etapa 7 para obter o Score Final da postura dos membros superiores (braço, antebraço, punho e giro do punho)**

Score da Postura 1-9: 6 + Score da Musculatura 0-1: 0 + Score da Força & Carga 0-3: 0 = Score Final da análise do braço e punho: 6

**Etapa 9: Avaliar a postura de pescoço, tronco e pernas conforme critérios descritos a seguir e encontre o score da postura na Tabela B**

Score Pescoço: 2

Score Tronco: 1

Score Pernas: 1

**Etapa 10: Avaliar o uso da musculatura conforme critérios descritos a seguir:**  
☐ Postura não é essencialmente estática: +0  
☒ Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Score da Musculatura: 1

**Etapa 11: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos a seguir: SELECIONE APENAS UM DESSES:**  
☒ Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
☐ 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
☐ 2-10kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
☐ 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (parcadas): +3

Score da Força/Carga: 0

**Etapa 12: Somar os scores encontrados: etapa 09 + etapa 10 + etapa 11 para obter o Score Final da postura de pescoço, tronco e pernas**

Score Tabela B 1-9: 2 + Score da Musculatura 0-1: 1 + Score da Força & Carga 0-3: 0 = Score Final 1-13: 3

**Etapa 13: Encontre o score final tabulando na Tabela C.**

Score Final da análise do braço e punho	Score Final da análise de postura de pescoço, tronco e pernas	Score Final
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9

Score Final: 5    Esquerdo: 3

1 de 2



## ANEXO 01 - Avaliação ergonômica posto de montagem e gravação (verso)

### Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)

Área: Cartucho de Tinta Posto

Posto: Montagem e Gravação

Período: 07/12/15 à 11/12/15

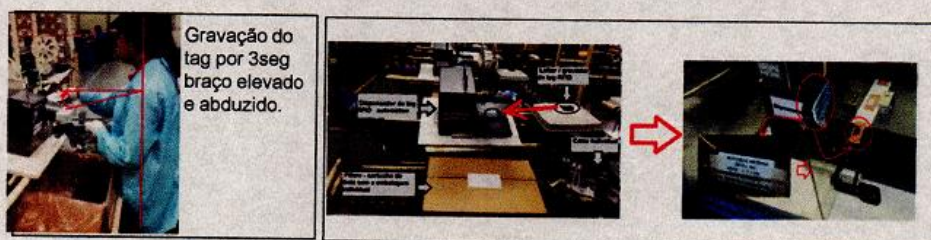
Etapa 14: Definição dos níveis de ação em relação à pontuação totalizada.

Resultado Lado Direito	Resultado Lado Esquerdo	SCORE FINAL	NÍVEL DE AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
5	3	1-2	1	ACEITÁVEL
		3-4	2	INVESTIGAR E MELHORAR
		5-6	3	INVESTIGAR E FAZER MELHORIA NUM TEMPO BREVE
		7	4	INVESTIGAR E MUDAR IMEDIATAMENTE

#### PLANO DE AÇÃO.

Partes do Corpo	Desvio encontrado	Ação proposta	Resp.	Prazo
Postura do braço direito	Gravação do tag	Alterar posição do gravador tag para o dispensador automático de tag.	Felipe - Eng	Fev/16

#### REGISTRO FOTOGRÁFICO.



#### COMENTÁRIOS:

A ação proposta melhora a postura do braço direito ou esquerdo melhora as condições ergonômicas e consequentemente diminui o nível de ação (etapa 14) de 3 para 2.



## ANEXO 02 - Avaliação ergonômica posto de inspeção (frente)

**Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)**

Área: **Cartucho de Tinta Posto**      Posto: **Inspeção**      Período: **07/12/15 a 11/12/15**

**Etapa 1: Avaliar a postura do braço e pontuar conforme figura**

Acrescentar:  
Se o braço está elevado: +1  
Se o braço está abduzido: +1  
Se o braço está apoiado: -1

Score Braço (máximo 6 pontos)  
Direito: 5      Esquerdo: 5

$D = 3 + 1 + 1 = 5$        $E = 3 + 1 + 1 = 5$

**Etapa 2: Avaliar a postura do antebraço e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se o antebraço estiver da linha mediana ou para frente.

Score Antebraço (máximo 2 pontos)  
Direito: 2      Esquerdo: 2

$D = 2$        $E = 2$

**Etapa 3: Avaliar a postura do punho e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se o punho for flexo, esteso ou radial.

Score Punho (máximo 3 pontos)  
Direito: 3      Esquerdo: 3

**Etapa 4: Avaliar o giro do punho e pontuar conforme figura:**

Score Giro do Punho (máximo 1 ponto)  
Direito: 1      Esquerdo: 1

**Etapa 5: Com os escores encontrados dos braços e punhos encontre o escore da postura na Tabela A.**

**Tabela A**

Postura do Braço e Antebraço	Pontuação do Punho			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9

$D = 5$        $E = 5$

**Etapa 6: Avaliar o uso da musculatura (prono-supinação) conforme critérios descritos a seguir: D = Direito; E = Esquerdo**

☒ ☒ Postura não é essencialmente estática: +0  
☒ ☒ Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Score da Musculatura  
Direito: 0      Esquerdo: 0

**Etapa 7: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos a seguir: D = Direito; E = Esquerdo**

**SELECIONE APENAS UM DESSES:**

☒ ☒ Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
☒ ☒ 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
☒ ☒ 2-10kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
☒ ☒ 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): +3

Score de Força/Carga  
Direito: 0      Esquerdo: 0

**Etapa 8: Somar os escores encontrados: etapa 5 + etapa 6 + etapa 7 para obter o Escore Final da postura dos membros superiores (braço, antebraço, punho e giro do punho)**

Score da Postura 1-9: 6      Score de Musculatura 0-1: 0      Score de Força & Carga 0-3: 0      Escore Final de análise do braço e punho: 6

**Etapa 9: Avaliar a postura de pescoço, tronco e pernas conforme critérios descritos e encontre o escore da postura na Tabela B**

**Tabela B**

	Pontuação postura do tronco					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Score do Tronco: 2

**Etapa 10: Avaliar o uso da musculatura conforme critérios descritos e seguir:**

☒ Postura não é essencialmente estática: +0  
☒ Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Score da Musculatura  
Direito: 1      Esquerdo: 1

**Etapa 11: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos e seguir: SELECIONE APENAS UM DESSES:**

☒ Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
☒ 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
☒ 12-20kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
☒ 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): +3

Score da Força/Carga  
Direito: 0      Esquerdo: 0

**Etapa 12: Somar os escores encontrados: etapa 9 + etapa 10 + etapa 11 para obter o Escore Final da postura de pescoço, tronco e pernas**

Score Tabela B 1-9: 2      Score da Musculatura 0-1: 1      Score de Força & Carga 0-3: 0      Escore Final 1-13: 3

**Etapa 13: Encontre o escore final tabulando na Tabela C.**

**Tabela C**

Escore Final da análise do membro superior (braço e punho)	Escore final da análise da postura de pescoço, tronco e pernas						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	4	5	6	7+
2	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	6	7	8	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11
6	6	7	8	9	10	11	12
7	7	8	9	10	11	12	13

Score Final: 5      Esquerdo: 5



## ANEXO 02 - Avaliação ergonômica posto de inspeção (verso)

**Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)**

Área: **Cartucho de Tinta** Posto: **Inspeção** Período: **07/12/15** a **11/12/15**


Etapa 14: Definição dos níveis de ação em relação à pontuação totalizada.

Resultado Lado Direito	Resultado Lado Esquerdo	ESCORE FINAL	NÍVEL DE AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
<b>5</b>	<b>5</b>	1 - 2	1	ACEITÁVEL
		3 - 4	2	INVESTIGAR E MELHORAR
		5 - 6	3	INVESTIGAR E FAZER MELHORIA NUM TEMPO BREVE
		7	4	INVESTIGAR E MUDAR IMEDIATAMENTE


**PLANO DE AÇÃO.**

Partes do Corpo	Desvio encontrado	Ação proposta	Resp.	Prazo
1) Braço direito e esquerdo	Movimento de 45° até 90°, elevado.	1) Introduzir cadeira com apoio de braço para que o funcionário faça a opção de trabalhar sentado ou em pé e possibilite assim a alternância de postura, bem como o apoio dos braços.	Engenharia	Fev./2016
2) Braço direito ou esquerdo	Movimento abduzido	2) Alterar o layout da estação de trabalho para que o funcionário se aproxime da máquina seladora, evitando a necessidade de extensão do braço ao colocar a caixa máster de embalagem, na seladora de fita adesiva	Engenharia	Fev./2016

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



Proposta



**COMENTÁRIOS:**

As ações propostas, cadeira de apoio e novo layout, eliminam as condições perigosas braço elevado e movimento abduzido; consequentemente diminui o escore da postura do braço (etapa 1) de 5 para 3 e escore final (etapa 13) de 5 para 4. Portanto, diminui o nível de ação e melhora as condições ergonômicas.

2 de 2



# ANEXO 03 - Avaliação ergonômica posto de embalagem (frente)

**Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)**

Área: **Cartucho de Tinta Posto**      Posto: **Embalagem**      Período: **07/12/15 a 11/12/15**

**Etapa 1: Avaliar a postura do braço e pontuar conforme figura:**

Acrescentar:  
Se o braço está elevado: +1  
Se o braço está abduzido: +1  
Se o braço está apoiado: -1

Escore Braço (máximo 6 pontos)

Direito: 6      Esquerdo: 6

$D = 4 + 1 + 1 = 6$        $E = 4 + 1 + 1 = 6$

**Etapa 2: Avaliar a postura do antebraço e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se levantando o antebraço acima da linha mediana ou para frente.

Escore Antebraço (máximo 3 pontos)

Direito: 3      Esquerdo: 3

$D = 2 + 1 = 3$        $E = 2 + 1 = 3$

**Etapa 3: Avaliar a postura do punho e pontuar conforme figura:**

Acrescentar pontuação +1 se o punho faz flexão, extensão ou radiação.

Escore Punho: (máximo 3 pontos)

Direito: 3      Esquerdo: 3

**Etapa 4: Avaliar o giro do punho e pontuar conforme figura:**

Escore Giro do Punho: (máximo 2 pontos)

Direito: 1      Esquerdo: 1

**Etapa 5: Com os escores encontrados dos braços e punhos encontre o escore da postura na Tabela A.**

Postura do Braço e Antebraço		Pontuação do Punho							
Braço	Antebraço	Giro do pulso		Giro do pulso		Giro do pulso		Giro do pulso	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1	2	3	3	3	3	3	3	3
	2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
	2	4	4	4	4	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4	4	4	4	4
	2	5	5	5	5	5	5	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	5	5
	2	6	6	6	6	6	6	6	6
6	1	6	6	6	6	6	6	6	6
	2	7	7	7	7	7	7	7	7
7	1	7	7	7	7	7	7	7	7
	2	8	8	8	8	8	8	8	8
8	1	8	8	8	8	8	8	8	8
	2	9	9	9	9	9	9	9	9

**Etapa 6: Avaliar o uso da musculatura (prono-supinação) conforme critérios descritos a seguir: D = Direito; E = Esquerdo**

Q ( ) Postura não é essencialmente estática: +0  
D ( ) Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Escore da Musculatura

Direito: 0      Esquerdo: 0

**Etapa 7: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos a seguir: D = Direito; E = Esquerdo**

SELECIONE APENAS UM DESSES:

(X) Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
D ( ) E ( ) 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
D ( ) E ( ) 2-10kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
D ( ) E ( ) 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): +3

Escore da Força/Carga

Direito: 0      Esquerdo: 0

**Etapa 8: Somar os escores encontrados: etapa 5 + etapa 6 + etapa 7 para obter o Escore Final da postura dos membros superiores (braço, antebraço, punho e giro do punho)**

Escore da Postura 1-9: 9 + Escore da Musculatura 0-1: 0 + Escore da Força & Carga 0-3: 0 = Escore final da análise do braço e punho: 9

**Etapa 9: Avaliar a postura de pescoço, tronco e pernas conforme critérios descritos a seguir e encontre o escore da postura na Tabela B**

Acrescentar pontuação +1 se o pescoço está rotacionado e/ou +1 se curvado para o lado.

Escore Pescoço

3

Acrescentar pontuação +1 se a coluna está rotacionada e/ou +1 se curvada para o lado.

Escore Tronco

4

Acrescentar pontuação +1 se as pernas e pés não são suportados e em uma postura equilibrada apoiados: +2

Escore Pernas

1

**Tabela B: Pontuação postura do tronco**

	Pontuação postura do tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores	Membros inferiores
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	1	3	2	3	3	4	3	5	6	7	7	7
3	2	3	2	3	4	5	5	6	7	7	7	7
4	3	3	3	4	4	5	6	6	7	7	7	7
5	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8
6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

**Etapa 10: Avaliar o uso da musculatura conforme critérios descritos a seguir:**

Postura não é essencialmente estática: +0  
( ) Postura é essencialmente estática, por exemplo mantidos por mais de um minuto ou repetidas mais de 4 vezes por minuto: +1

Escore da Musculatura

0

**Etapa 11: Avaliar o fator de Força & Carga e pontuar conforme critérios descritos a seguir: SELECIONE APENAS UM DESSES:**

(X) Sem resistência e carga menos de 2 kg (intermitente): +0  
D ( ) E ( ) 2-10kg carga ou força intermitente: +1  
D ( ) E ( ) 2-10kg Carga estática ou forças repetidas: +2  
D ( ) E ( ) 10kg ou mais de carga ou força repetidas ou choque ou forças com rápida acumulação (pancadas): +3

Escore da Força/Carga

0

**Etapa 12: Somar os escores encontrados: etapa 9 + etapa 10 + etapa 11 para obter o Escore Final da postura de pescoço, tronco e pernas**

Escore Tabela B 1-9: 5 + Escore da Musculatura 0-1: 0 + Escore da Força & Carga 0-3: 0 = Escore Final 1-13: 5

**Etapa 13: Encontre o escore final tabulando na Tabela C.**

**Tabela C: Escore final da análise da postura de pescoço, tronco e pernas.**

Escore final da análise da postura do braço e punho	Escore final da análise da postura de pescoço, tronco e pernas						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	3	4	5	5
3	3	3	3	3	4	4	5
4	3	3	3	3	4	5	6
5	4	4	4	4	5	6	7
6	4	4	4	4	5	6	7
7	5	5	5	5	6	7	7
8	5	5	5	5	6	7	7
9	5	5	5	5	6	7	7

**Escore FINAL**

Direito: 7      Esquerdo: 7



## ANEXO 03 - Avaliação ergonômica posto de embalagem (verso)

### Planilha A – Método RULA (Fonte: Mc Atamney and Corlett, 1993) (Adaptada)

Área: Cartucho de Tinta Posto

Posto: Embalagem

Período: 07/12/15 a 11/12/15

Etapa 14: Definição dos níveis de ação em relação à pontuação totalizada.

Restrição Limite Obriga	Recomendação Limite Requerido	SCORE FINAL	NÍVEL DE AÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
		1 - 2	1	ACEITÁVEL
		3 - 4	2	INVESTIGAR E MELHORAR
		5 - 6	3	INVESTIGAR E FAZER MELHORIA NUM TEMPO BREVE
			4	INVESTIGAR E MUDAR IMEDIATAMENTE

#### PLANO DE AÇÃO.

Partes do Corpo	Desvio encontrado	Ação proposta	Resp.	Prazo
Braço e tronco	Braço elevação e tronco flexão	Introduzir um transportador pantográfico semielétrico, com elevação até 800 mm e um carrinho de mão e escada com degraus para mitigar os riscos com redução das posturas inadequadas do braço (etapa 1) e do tronco (etapa 9),	Engenharia	Março/2016

#### REGISTRO FOTOGRÁFICO.



#### COMENTÁRIOS:

O uso do transportador pantográfico elimina a flexão do tronco para a atividade de montagem o pallet, enquanto o carrinho e mão e escada com dois degraus elimina o postura do braço elevado.