

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA TÊXTIL
ENGENHARIA TÊXTIL**

MILLENI HARUMI KAKAZU

**ANÁLISE DA BIOMECÂNICA OCUPACIONAL EM UMA CONFECÇÃO
TÊXTIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2016

MILLENI HARUMI KAKAZU

**ANÁLISE DA BIOMECÂNICA OCUPACIONAL EM UMA CONFECÇÃO
TÊXTIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título Bacharel em Engenharia Têxtil, da Coordenação de Engenharia Têxtil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Ma. Karla Fabrícia de Oliveira

APUCARANA

2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Apucarana
Curso de Engenharia Têxtil



TERMO DE APROVAÇÃO
Análise da biomecânica ocupacional em uma confecção têxtil

por

MILLENI HARUMI KAKAZU

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos quatorze dias do mês de junho de dois mil e dezesseis, às oito horas e vinte minutos, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil, do Curso Superior em Engenharia Têxtil da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

PROFESSORA KARLA FABRÍCIA DE OLIVEIRA – ORIENTADORA

PROFESSOR FLÁVIO AVANCI DE SOUZA – EXAMINADOR

PROFESSOR JULIANA MEDEIROS – EXAMINADORA

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Agradeço às minhas orientadoras Prof. Me. Isabel Cristina Moretti e a Prof. Me. Karla Fabrícia de Oliveira, que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

A coordenação do curso, pela cooperação.

Aos colaboradores envolvidos, pela disposição e ajuda na coleta de dados.

À minha família e meu namorado, por estar sempre ao meu lado me dando apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

KAKAZU, Milleni Harumi. **Biomecânica ocupacional em uma confecção têxtil**. 2016. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2016.

O estudo biomecânico do posto de trabalho fornece informações precisas quanto à postura realizada e ao levantamento de cargas. Nas confecções têxteis, têm-se diversos setores em que a aplicabilidade dos métodos de análise das posturas se torna ideal. Neste trabalho, efetuou-se o estudo biomecânico em uma confecção têxtil, aplicando a metodologia nos setores de tecelagem, corte, costura, acabamento e revisão. Este estudo foi realizado por meio de aplicação de questionários, análise da postura de trabalho e utilização do software Ergolândia para tal análise. Como resultado, mostrou-se que os membros superiores são os mais afetados, sendo escolhido o RULA como método de análise. Além disso, os setores de acabamento e revisão apresentaram-se como os mais problemáticos, tendo índice urgente de intervenção. Como melhoria recomendou-se o dimensionamento do posto de trabalho para a diminuição da inclinação e da torção da parte superior do corpo.

Palavras-chave: Ergonomia. Biomecânica. Confecção. RULA.

ABSTRACT

KAKAZU, Milleni Harumi. **Occupational Biomechanics in a textile manufacturing.** 2016. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil) – Federal Technology University of Paraná. Apucarana, 2016.

The biomechanical study of the job provides precise information on the position held and the lifting of loads. In the textiles manufacturing, there are several sectors in which the applicability of the postures analysis methods becomes ideal. In this study, a biomechanical study was performed in a textile manufacturing, applying the methodology in the weaving, cutting, sewing and finishing process. This study was conducted through questionnaires, the work posture analysis and use of the software Ergolândia. As a result, it was shown that the upper limbs are the most affected, being chosen as the RULA analysis method. As a result, it was shown that the upper limbs are the most affected, being chosen the RULA system as analysis method. Moreover, the sectors finishing and review presented themselves as the most problematic process, showing an urgent intervention index. As recommendation, was proposed the improvement the design of the work station to decrease the inclination and twist of the upper body.

Keywords: Ergonomic. Biomechanics. Textile manufacturing. RULA

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sistema OWAS para registro de postura | 16 |
| Figura 2 - Diagrama de áreas dolorosas. | 24 |
| Figura 3 - Fluxograma produtivo da empresa..... | 26 |
| Figura 4 - Atividades desenvolvidas no setor de tecelagem. | 27 |
| Figura 5 - Atividades desenvolvidas no setor de corte. | 28 |
| Figura 6 - Atividades desenvolvidas no setor de costura. | 29 |
| Figura 7 - Postura de trabalho do setor de confecção..... | 30 |
| Figura 8 - Atividades desenvolvidas no setor de revisão e acabamento. | 31 |
| Figura 9 - Resultado do diagrama das dores aplicado no setor de tecelagem..... | 32 |
| Figura 10 - Resultado do diagrama das dores aplicado no setor de corte. | 32 |
| Figura 11 - Resultados do diagrama das dores aplicado no setor de confecção. | 33 |
| Figura 12 - Resultados do diagrama das dores nos setores de acabamento e revisão..... | 34 |
| Figura 13 - Resultado de todos os setores reunidos. | 34 |
| Figura 14 - Contribuição de cada setor para as dores mais citadas nos questionários. | 35 |
| Figura 15 - Etapas para a utilização do método RULA no Ergolândia. | 36 |
| Figura 16 - Distribuição dos trabalhadores entre os níveis de atuação. | 37 |
| Figura 17 - Altura ideal da mesa para trabalhos de precisão. | 38 |
| Figura 18 - Postura semi-sentada para trabalhos de precisão. | 39 |
| Figura 19 - Pontuação atingida para as atividades recomendadas..... | 40 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Classificação das posturas..... | 16 |
| Quadro 2 - Intervenção de acordo com a pontuação do método RULA..... | 18 |
| Quadro 3 - Verificação dos níveis de risco e intervenção do método REBA..... | 19 |
| Quadro 4 - Aplicabilidade de cada método | 20 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA | 9 |
| 1.2 OBJETIVOS | 10 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 10 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 10 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 11 |
| 2.1 ERGONOMIA | 11 |
| 2.2 BIOMECÂNICA OCUPACIONAL | 12 |
| 2.2.1 Postura e Aplicação de Forças | 13 |
| 2.2.2 Registro de Posturas | 14 |
| 2.2.2.1 Sistema OWAS | 15 |
| 2.2.2.2 Método RULA | 17 |
| 2.2.2.3 Método REBA | 18 |
| 2.2.3 Levantamento de Cargas | 21 |
| 2.2.3.1 Equação de NIOSH | 22 |
| 3 METODOLOGIA | 23 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO | 23 |
| 3.2 COLETA DE DADOS | 25 |
| 3.3 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS | 25 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 4.1 FLUXOGRAMA PRODUTIVO | 26 |
| 4.1.1 Tecelagem | 26 |
| 4.1.1.1 Descrição das atividades de tecelagem | 27 |
| 4.1.2 Corte | 27 |
| 4.1.2.1 Descrição das atividades de corte | 28 |
| 4.1.3 Costura | 28 |
| 4.1.3.1 Descrição das atividades de costura | 28 |
| 4.1.4 Acabamento/Revisão | 30 |
| 4.1.4.1 Descrição das atividades de acabamento e revisão | 30 |
| 4.2 APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DAS DORES | 31 |
| 4.3 ANÁLISE NO SOFTWARE ERGOLÂNDIA | 36 |
| 4.4 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS | 37 |
| 5 CONCLUSÃO | 40 |
| REFERÊNCIAS | 42 |
| ANEXO A - Questionário de pesquisa | 45 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo Parkers *et. al.* (2005) o conceito de ergonomia pode ser definido como uma disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, apresentando como objetivo básico o perfeito ajuste entre homem e máquina, melhorando o desempenho no trabalho, reduzindo o estresse e a fadiga. A compreensão entre a relação homem-máquina é obtida aplicando princípios teóricos, dados e métodos para projetar o posto de trabalho, a fim de aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho do sistema (MATEUS *et al.*, 2012).

O entendimento da ergonomia e do funcionamento do posto de trabalho possibilita um conhecimento mais detalhado das características da interação entre homem, máquina, equipamentos, ferramentas e materiais, fazendo com que tais características sejam adaptadas às capacidades do trabalhador e promovendo assim, um equilíbrio biomecânico, reduzindo as contrações estáticas da musculatura e do estresse em geral.

A análise biomecânica do posto de trabalho se restringe basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças envolvidas. Esta análise verifica a relação entre as forças internas e externas ao trabalhador no desenvolvimento de uma tarefa, bem como a influência da postura e de tais forças em seu desempenho. Na indústria em geral, a compreensão da biomecânica tem um papel fundamental, proporcionando conforto e segurança ao trabalhador, garantindo assim, um desempenho eficiente na produção. O dimensionamento incorreto dos postos de trabalho, bem como o não conhecimento da capacidade máxima de levantamento de carga dos trabalhadores, influi diretamente no bem-estar dos mesmos.

Na confecção têxtil, o estudo biomecânico apresenta seu foco no registro das posturas corporais e no levantamento de carga que, juntos, representam cerca de 60% das lesões apresentadas (IIDA, 2005). Sendo assim, este estudo busca avaliar as condições biomecânicas de trabalho nos processos produtivos de uma confecção têxtil, para identificar más posturas e mau dimensionamento no levantamento de cargas dos postos de trabalho.

1.1 JUSTIFICATIVA

As indústrias têxteis e de vestuário constituem, juntas, a quarta maior atividade econômica mundial (RECH, 2006). Em valores monetários, a cadeia têxtil-vestuário brasileira produziu, em 2005, 32,7 bilhões de dólares, o que equivale a 4,1% do PIB total brasileiro e a 17,2 % do PIB da indústria de transformação (IEMI, 2006). Segundo a ABIT (2013), o setor emprega cerca de 1,7 milhões de brasileiros, sendo que 75% são funcionários do segmento de confecção, mulheres em sua maior parte.

De acordo com Hiratuka *et al.* (2008), a indústria têxtil e de confecção é bastante ampla e é composta por várias etapas produtivas inter-relacionadas. Basicamente, podem ser destacadas quatro etapas, sendo estas a fiação, a tecelagem, o acabamento e a confecção. Inseridas na última etapa, as confecções industriais são os centros especializados na produção e da confecção de peças em geral, tendo como principal destaque as indústrias de vestuário. No Brasil, existem cerca de 23 mil confecções, as quais se encontram subdivididas de acordo com o setor em que atuam. Como cada setor tem sua própria especialidade ou produto a ser trabalhado, essas confecções seguem tanto processos específicos, sendo em sua maioria processos físicos (BRITO, 2013). Estes processos fazem com que os trabalhadores sejam expostos a condições extremas de trabalho como, por exemplo, posturas inadequadas e levantamento de cargas sem dimensionamento. Todavia, existe uma carência no estudo ergonômico que avalie tais condições e dimensione o posto de trabalho para que o bem-estar do colaborador seja promovido.

Sendo estas condições responsáveis pela maioria das desordens ocupacionais, sua identificação é feita por meio de estudos epidemiológicos e análises biomecânicas. A adoção de posturas inadequadas na realização de determinadas funções, associadas a outros fatores de risco existentes no posto de trabalho, como sobrecarga imposta à coluna vertebral, vibrações e manutenção de uma postura por tempo prolongado constitui nas maiores causas de afastamento do trabalho e de sofrimento humano (COUTO, 1995).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições biomecânicas de trabalho nos processos produtivos de uma confecção têxtil.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os postos de trabalho em uma confecção no norte do Paraná;
- Analisar a tarefa e os trabalhadores nos postos de trabalho em uma confecção no norte do Paraná;
- Analisar a biomecânica de tais postos em um *software*;
- Levantar os problemas biomecânicos;
- Propor melhorias para os problemas encontrados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ERGONOMIA

A ergonomia é uma disciplina em constante evolução, exigindo diversos estudos científicos. Em sua definição mais geral, segundo Abrahão e Pinho (2002), a ergonomia poderia ser descrita como uma ciência do trabalho ou uma arte alimentada de métodos e de conhecimentos resultantes da investigação científica, se sustentando em dois pilares. Um deles, de base comportamental, permite abranger as variáveis que determinam o trabalho pela via da análise do comportamento, e um outro, subjetivo, busca qualificar e validar os resultados, ambos com o intuito de elaborar um diagnóstico que vise transformar as condições de trabalho (WISNER, 1995).

O conceito de ergonomia pode ser definido como uma disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, aplicando princípios teóricos, dados e métodos para projetar o posto de trabalho, a fim de aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho do sistema (MATEUS *et al.*, 2012). Segundo Parkes *et al.* (2005), o objetivo básico da ergonomia é promover o ajuste entre homem e máquina, melhorando a performance no trabalho, reduzindo o estresse e a fadiga, sendo sua aplicação muito importante nas áreas onde as atividades manuais influenciam diretamente na saúde física e mental dos trabalhadores.

De acordo com Das e Sengupta (1996), um dos principais focos da ergonomia é o estudo dos postos de trabalho. Geralmente, a preocupação inicial na concepção das estações de trabalho tem sido a melhoria no desempenho dos equipamentos, não levando em consideração a saúde do trabalhador e a combinação entre as habilidades do operador com as exigências da tarefa. A alta complexidade das plantas industriais em termos de interações entre seres humanos e seu ambiente de trabalho fornece problemas desafiadores para os investigadores que trabalham neste campo específico. Durante os últimos anos, a análise dos postos de trabalho tornou-se um objeto de estudo cada vez mais importante devido aos seus efeitos sobre a eficiência e a produtividade (CIMINO *et al.*, 2009).

Para que o *design* ergonômico final das estações de trabalho seja eficiente, o pesquisador deve apresentar experiência e conhecimento sobre o sistema de produção. Além disso, a metodologia de projeto é geralmente baseada em uma única medida de desempenho ergonômico (ou seja, índice de elevação, medida de gasto energético, posturas de trabalho, etc.) relacionadas com um padrão específico ergonômico (GUIMARÃES *et al.*, 2015). Outra questão importante na concepção eficiente de estações de trabalho é a análise do local de trabalho ou a análise por meio de modelos computacionais (ZANDIN, 2001).

Para Lida (2005), a análise do local de trabalho, ou análise das tarefas, pode ser definida como um conjunto de ações humanas que torna possível um sistema atingir seu objetivo. Esta etapa deve ser feita inicialmente no estudo e planejamento do posto de trabalho, já que mudanças posteriores tornam-se praticamente impossíveis de serem feitas, restringindo o projeto ao arranjo dos mesmos (METZNER; FISCHER, 2010). A análise da tarefa ocorre em três etapas: a primeira etapa é a descrição da tarefa, ocorrendo em um nível mais global. Já a segunda etapa, chamada de descrição das ações, ocorre em um nível mais detalhado, e por fim, uma revisão crítica se faz necessária para corrigir eventuais problemas (IIDA, 2005).

De acordo com Kushwaha (2015), o entendimento da ergonomia e de seu principal foco de estudo possibilita um conhecimento mais profundo em atributos ou características da interação entre homem, máquina, equipamentos, ferramentas e materiais, fazendo com que tais características sejam adaptadas às capacidades do trabalhador e promovendo assim, um equilíbrio biomecânico, reduzindo as contrações estáticas da musculatura e do estresse em geral.

2.2 BIOMECÂNICA OCUPACIONAL

O conceito de biomecânica, de acordo com Hay (1978), pode ser caracterizado como sendo a ciência que estuda as forças internas e externas que atuam no corpo humano, avaliando os efeitos de tais forças. Esta definição pode ser considerada uma adaptação da definição de mecânica, aplicada a sistemas biológicos, neste caso o corpo humano.

Em seu contexto geral, a biomecânica apresenta dois campos distintos. O primeiro estuda as forças internas e o outro, as forças externas e suas interações com o corpo. Assim, pode-se distinguir a existência da biomecânica interna e, da biomecânica externa (AMADIO, 1996). Na biomecânica interna, o estudo tem objetivo na relação dos biomateriais, do sistema esquelético, do sistema nervoso e do sistema muscular. Já a biomecânica externa representa os parâmetros de determinação quantitativa ou qualitativa referentes às mudanças de lugar e de posição do corpo, ou seja, refere-se às características observáveis exteriormente na estrutura do movimento (McGINNIS, 1999).

Em uma outra definição, a biomecânica pode ser entendida como o estudo das interações entre o trabalho e o homem, do ponto de vista dos movimentos musculares envolvidos e as suas consequências. De acordo com Adrian e Cooper (1995), este estudo pode apresentar diversos campos de aplicação, sendo o principal deles a biomecânica ocupacional. Neste campo, a análise se restringe basicamente a questão das posturas corporais no trabalho e a aplicação de forças envolvidas (IIDA, 2005).

2.2.1 Postura e Aplicação de Forças

O estudo da postura é o principal objetivo da biomecânica ocupacional. Para Smith e Lehmkuhl (1997), o termo postura pode ser definido como uma posição ou comportamento do corpo, a disposição relativa das partes do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de sustentar o próprio corpo. Quando ocorre um desconforto postural, normalmente procura-se acomodar o corpo em uma nova postura. Quando não se alteram as habituais posições, podem ocorrer limitação de movimentos, deformidades ou encurtamentos musculares restringindo as atividades de trabalho, sejam elas em postura sentada, em pé ou deitada. Segundo Peres (2002), as posturas são utilizadas para realizar atividades com o menor gasto energético, sendo possível determinar a eficiência do movimento e as sobrecargas impostas à coluna vertebral por meio das posições mantidas pelo tronco.

Sendo a postura considerada como elemento primordial da atividade do corpo humano, seu estudo torna possível localizar as informações exteriores em

relação ao corpo e preparar os seguimentos corporais e os músculos, com o objetivo de agir sobre o ambiente (MORAES, 1996). Para Chaffin *et al.* (2001), os aspectos biomecânicos posturais são relevantes na capacidade de realização de tarefas exaustivas dos trabalhadores, sendo sua aplicação afetando tanto a força dinâmica quanto a força estática de um indivíduo. Um exemplo pode ser observado quando os músculos esqueléticos agem em torno das articulações, girando os segmentos corpóreos adjacentes, o fator biomecânico pode ser observado, pela ação da força muscular através dos braços de alavanca (PERES, 2002).

De acordo com Lida (2005), os movimentos humanos resultam das contrações musculares, que dependem da quantidade de fibras musculares contraídas. Em geral, apenas 66% das fibras de um músculo podem ser voluntariamente contraídas de cada vez. Para longos períodos, a contração muscular não pode ultrapassar a 20% da força máxima. Ainda segundo o autor, no corpo humano, os músculos ocorrem em pares antagônicos ligados à mesma articulação, de modo que, para o mesmo movimento, há simultaneamente um músculo protagonista contraindo-se e outro antagonista, relaxando-se. Em movimentos mais complexos envolvendo, por exemplo, tração e rotação simultâneas, há contrações e relaxamentos coordenados de diversos músculos.

Para fazer um determinado movimento, diversas combinações de contrações musculares podem ser utilizadas, cada uma delas tendo diferentes características de velocidade, precisão e movimento. Portanto, conforme a combinação de músculos que participem do movimento, este pode ter características e custos energéticos diferentes.

2.2.2 Registro de Posturas

A análise ergonômica do trabalho, considerando os aspectos biomecânicos, apresenta três elementos principais. O primeiro consiste na identificação da prevalência e do tipo de problema músculo-esquelético, já o segundo envolve a análise dos fatores do trabalho que expõem o indivíduo ao risco de problema músculo-esqueléticos específico e, finalmente, o terceiro consiste em avaliar para determinar o grau de risco em determinadas populações de trabalhadores (PAVANI;QUELHAS, 2006).

De acordo com Lida (2005), um trabalhador pode assumir centenas de posturas diferentes durante a jornada, o que torna a sua identificação e registro uma das maiores dificuldades em se analisar e corrigi-las. Em cada tipo de postura, diferentes grupos musculares são acionados, fazendo com que uma simples observação visual não seja suficiente para se analisar essas posturas detalhadamente, sendo necessário empregar técnicas especiais de registro e análise dessas posturas, tais como o método OWAS, RULA, REBA e NIOSH.

2.2.2.1 Sistema OWAS

O método OWAS (*Ovaco Working Analysing Sistem*) foi desenvolvido na Finlândia em 1977, na avaliação de posturas de trabalho em uma indústria siderúrgica, na qual analisaram fotograficamente as posturas adquiridas pelos operários. Segundo Santos e Fialho (1997), os pesquisadores analisaram o reparo e troca da proteção refratária dos conversores para fabricação de aços especiais em que as posturas requeridas pelo trabalho eram constrangedoras para os operários, e categorizaram setenta e duas posturas típicas, resultantes da combinação de dorso, braços e pernas. Cada postura é representada por um código de seis dígitos, sendo os quatro primeiros as posições do dorso, braços, pernas, e carga, e os dois últimos os que indicam o local onde a postura foi observada (IIDA, 2005), sendo estes representados na Figura 1.

O Quadro 1 representa a classificação das posturas pela combinação das variáveis (dorso, braço, pernas e carga).

| Dorso | Braços | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | | Pernas | Cargas |
|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | |
| | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | |
| | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | |
| | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | |

Quadro 1 - Classificação das posturas
Fonte: Iida (2005).








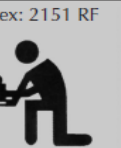










| | | | | | |
|--------|---|---|--|---|---|
| DORSO |  |  |  |  | |
| | 1 Reto | 2 Inclinado | 3 Reto e torcido | 4 Inclinado e torcido | |
| BRAÇOS |  |  |  |  ex: 2151 RF | |
| | 1 Dois braços para baixo | 2 Um braço para cima | 3 Dois braços para cima | | |
| | DORSO inclinado | BRAÇOS Dois para baixo | PERNAS Uma perna ajoelhada | | |
| PERNAS |  |  |  | PESO Até 10 kg LOCAL Remoção de refúgios RF | |
| | 1 Duas pernas retas | 2 Uma perna reta | 3 Duas pernas flexionadas | | |
| |  |  |  | |  |
| | 4 Uma perna flexionada | 5 Uma perna ajoelhada | 6 Deslocamento com pernas | | 7 Duas pernas suspensas |
| CARGA |  |  |  | xy Código do local ou seção onde foi observado | |
| | 1 Carga ou força até 10 kg | 2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg | 3 Carga ou força acima de 20 kg | | |

Figura 1 - Sistema OWAS para registro de postura
Fonte: Iida (2005).

Com base nas avaliações, as posturas foram classificadas nas seguintes categorias (IIDA, 2005):

- Classe 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;
- Classe 2: postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho;
- Classe 3: postura que deve merecer atenção a curto prazo;
- Classe 4: postura que deve merecer atenção imediata.

Essas classes dependem do tempo de duração das posturas, em percentagens da jornada de trabalho ou da combinação das quatro variáveis (dorso, braços, pernas e carga).

2.2.2.2 Método RULA

O método RULA (*Rapid upper limb assessment*) foi desenvolvido para investigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco associados aos distúrbios dos membros superiores, utilizando diagramas de postura do corpo humano para a avaliação da exposição aos fatores de risco (MCATAMNEY; CORLETT, 1993). O determinante de risco ergonômico nesse método é representado pelas posturas assumidas pelos trabalhadores na jornada de trabalho. As posturas avaliadas são as adotadas pelos membros superiores, o pescoço, o tronco e os membros inferiores. A avaliação de risco é feita a partir de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho pontuando as posturas, frequência e força dentro de uma escala que varia de 1 (um), correspondente ao intervalo de movimento ou postura de trabalho onde o fator de risco correlato é mínimo, até ao valor 9 (nove), onde o fator de risco correlato é máximo. Esta pontuação é fundamentada na literatura especializada em biomecânica ocupacional (PAVANI; QUELHAS, 2006).

O Quadro 2 representa os níveis de intervenção para o método RULA.

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

Quadro 2 - Intervenção de acordo com a pontuação do método RULA
Fonte: Pavani e Quelhas (2006).

2.2.2.3 Método REBA

O método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) foi desenvolvido por Hignett e McAtamney (2000) para estimar o risco de desordens corporais a que os trabalhadores estão expostos. As técnicas utilizadas para realizar uma análise postural têm duas características, sendo elas a sensibilidade e a generalidade. Uma alta generalidade implica em uma aplicação ampla. Todavia, apresenta uma baixa sensibilidade, ou seja, os resultados que se obtenham podem ser pobres em detalhes. Por outro lado, as técnicas com alta sensibilidade, onde é necessária uma informação muito precisa sobre os parâmetros específicos que se medem, parece ter uma aplicação bastante limitada (COLOMBINI *et al.*, 2005).

O método REBA é uma ferramenta para avaliar a quantidade de posturas forçadas nas tarefas onde é manipulado qualquer tipo de carga animada, apresentando uma grande similaridade com o método RULA. Tal método é dirigido às análises dos membros superiores e a trabalhos onde se realizam movimentos repetitivos. Este inclui fatores de carga postural dinâmicos e estáticos na interação pessoa-carga e um conceito denominado de “a gravidade assistida” para a manutenção da postura dos membros superiores (LEMOS, 2010).

De acordo com Pavani e Quelhas (2006), a avaliação de risco também é feita a partir de uma observação sistemática dos ciclos de trabalho, pontuando as posturas do tronco, pescoço, pernas, carga, braços, antebraços e punhos em

tabelas específicas para cada grupo. Após a pontuação de cada grupo é obtido a pontuação final onde se compara com uma tabela de níveis de risco e ação em escala que varia de 0 (zero), correspondente ao intervalo de movimento ou postura de trabalho aceitável e que não necessita de melhorias na atividade até ao valor 4 (quatro) onde o fator de risco é considerado muito alto sendo necessária atuação imediata. O Quadro 3 apresenta a verificação dos níveis de risco e intervenção do método.

| Nível de ação | Pontuação | Nível de risco | Intervenção e posterior análise |
|---------------|-----------|----------------|---------------------------------|
| 0 | 1 | Inapreciável | Não necessário |
| 1 | 2 – 3 | Baixo | Pode ser necessário |
| 2 | 4 – 7 | Médio | Necessário |
| 3 | 8 – 10 | Alto | Prontamente necessário |
| 4 | 11 – 15 | Muito Alto | Atuação imediata |

Quadro 3 - Verificação dos níveis de risco e intervenção do método REBA
Fonte: Pavani e Quelhas (2006).

De uma maneira mais geral, o método OWAS permite uma avaliação ergonômica, deixando para uma próxima fase, uma investigação mais detalhada dos fatores de risco por meio de especialistas em ergonomia. O método RULA tem predominância para avaliação de risco dos membros superiores, sendo mais adequado onde já é conhecida a prevalência de doenças nestes segmentos corpóreos. O método REBA também permite uma avaliação ergonômica geral, porém com aplicabilidade mais adequada à área hospitalar, na movimentação manual de pessoas. Para um melhor entendimento da aplicabilidade de cada método, apresenta-se abaixo o Quadro 4 com a síntese dos métodos.

| Métodos | OWAS | RULA | REBA |
|-------------------------------|---|--|---|
| Limites | Não considera os aspectos ligados à organização do trabalho e os fatores considerados complementares | Os fatores de frequência têm pouca relevância na determinação da pontuação final. Não considera os aspectos ligados à organização do trabalho e os fatores complementares. | A frequência das ações esta praticamente ausente da análise, assim como a organização do trabalho. |
| Vantagens | Determinação de pontuações, velocidade da análise, considera todos os segmentos corpóreos úteis para o reprojeto. Adapta-se a análise de quase todas as tarefas ocupacionais. | Determinação de pontuações, velocidade da análise, útil para determinar problemas ergonômicos ligados às posturas incorretas e sugerir soluções simuladas. | Determinação de pontuações, velocidade da análise, útil para determinar problemas ergonômicos ligados às posturas incorretas e movimentação de carga. |
| Previsão de efeitos | Não efetuados estudos de associação entre as pontuações do método e a incidência ou prevalência de distúrbios ou patologias músculo-esqueléticas. | Não efetuados estudos de associação entre as pontuações do método e a incidência ou prevalência de distúrbios ou patologias músculo-esqueléticas. | Não efetuados estudos de associação entre as pontuações do método e a incidência ou prevalência de distúrbios ou patologias músculo-esqueléticas. |
| Fatores influentes | Postura de todos os segmentos corpóreos. | Postura dos membros superiores, pescoço e tronco. | Postura de todos os segmentos corpóreos. |
| Fatores quantificáveis | Postura do corpo inteiro, força e frequência. | Postura dos membros superiores, do pescoço, do tronco, força e frequência. | Posturas do corpo inteiro e força determinada em prevalência das cargas movimentadas. |
| Tipo de uso | Avaliação geral. | Avaliação geral com ênfase para membros superiores. | Avaliação geral com aplicação mais adequada no âmbito hospitalar. |

Quadro 4 - Aplicabilidade de cada método
Fonte: Pavani e Quelhas (2006).

2.2.3 Levantamento de Cargas

O ato de levantar um peso está incluído muitas vezes nos movimentos que realizamos durante todo o dia. Mesmo que sua massa seja pequena, realizamos este levantamento manual de carga muitas vezes automaticamente, sem que tenhamos consciência dos mecanismos de exigência sobre os organismos necessários para que esta carga possa ser elevada ou sustentada (GONÇALVES, 1998). Para Lida (2005), o manuseio de cargas é responsável por grande parte dos traumas musculares entre os trabalhadores. Aproximadamente 60% dos problemas musculares são causados por levantamento de cargas e 20%, puxando ou empurrando-as. Isso tem ocorrido principalmente devido à grande variação das capacidades físicas, treinamentos insuficientes e frequentes substituições de trabalhadores homens por mulheres. Torna-se, então, necessário conhecer a capacidade humana máxima para levantar e transportar cargas, para que as tarefas e as máquinas sejam corretamente dimensionadas dentro desses limites.

Segundo Santos *et al.* (2013), a capacidade de carga máxima varia bastante de uma pessoa para outra. Varia também conforme se usem as musculaturas das pernas, braços ou dorso. As mulheres possuem aproximadamente a metade da força dos homens para o levantamento de pesos (IIDA, 2005). A capacidade de carga é influenciada pela sua localização em relação ao corpo e outras características como formas, dimensões e facilidade de manuseio. Ainda segundo o autor, no caso de tarefas repetitivas, deve-se determinar, primeiro, a capacidade de carga isométrica das costas, que é a carga máxima que uma pessoa consegue levantar, flexionando as pernas e mantendo o dorso reto, na vertical. A carga recomendada para movimentos repetitivos será, então, 50% dessa carga isométrica máxima.

A seguir encontram-se algumas recomendações para que o levantamento de cargas seja realizado de maneira ideal, respeitando as capacidades de carga:

- Mantenha a coluna reta e use a musculatura das pernas, como fazem os halterofilistas;
- Mantenha a carga o mais próximo possível do corpo, para reduzir o momento (no sentido da Física) provocado pela carga;

- Procure manter cargas simétricas dividindo-as e usando as duas mãos para evitar a criação de momentos em torno do corpo;
- A carga deve estar a 40 cm acima do piso. Se estiver abaixo, o carregamento deve ser feito em duas etapas. Coloque-a inicialmente sobre uma plataforma com cerca de 100 cm de altura e depois pegue-a em definitivo;
- Antes de levantar um peso, remova todos os obstáculos ao redor, que possam atrapalhar os movimentos.

2.2.3.1 Equação de NIOSH

A equação de NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) foi desenvolvida para calcular o peso limite recomendável em tarefas repetitivas de levantamento de cargas. Essa equação tem o objetivo de prevenir ou reduzir a ocorrência de dores causadas pelo levantamento de cargas. Ela refere-se apenas à tarefa de apanhar uma carga e deslocá-la para depositá-la em outro nível, usando as duas mãos (IIDA, 2005).

A equação estabelece um valor de referência de 23 kg que corresponde à capacidade de levantamento no plano sagital, de uma altura de 75 cm do solo, para um deslocamento vertical de 25 cm, segurando-se a carga a 25 cm do corpo. Essa seria a carga aceitável para 99% dos homens e 75% das mulheres sem provocar nenhum dano físico, em trabalhos repetitivos (SANTOS *et al.*, 2013). Esse valor de referência é multiplicado por 6 fatores de redução, que dependem das condições de trabalho. São definidas as seguintes variáveis (IIDA, 2005):

- LPR: limite de peso recomendável;
- H: distância horizontal entre o indivíduo e a carga (posição das mãos) em cm;
- V: distância vertical na origem da carga (posição das mãos) em cm;
- D: deslocamento vertical, entre a origem e o destino, em cm;
- A: ângulo de assimetria, medido a partir do plano sagital, em graus;
- F: frequência média de levantamento em levantamentos/min.;
- C: qualidade da pega.

A relação entre as variáveis descritas fornece a seguinte Equação [1]:

[1]

$$LPR = 23 \left(\frac{25}{H} \right) \left(1 - \frac{0,003}{[V - 75]} \right) \left(0,82 + \frac{4,5}{D} \right) (1 - 0,0032A) FC$$

O resultado da Equação de *NIOSH* [1] é o LPR: limite de peso recomendável. Assim, o peso real carregado pelo trabalhador não deve ultrapassar o LPR, realizando-se assim a análise de levantamento de carga (IIDA, 2005).

3 METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter exploratório, tendo como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e possibilitando a construção de hipóteses. Este caráter de pesquisa envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2007).

A pesquisa ainda apresenta natureza quantitativa e qualitativa. De acordo com Diehl (2004), a pesquisa qualitativa descreve a complexidade de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuir no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos. Já a pesquisa quantitativa caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas.

O levantamento das informações teve como base os seguintes tópicos: Caracterização dos postos de trabalho, Coleta de dados e Recomendações Ergonômicas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO

Nesta etapa, foi aplicado um questionário (Anexo A), elaborado de acordo com o diagrama das dores (Figura 2), a um número de funcionários obtido com a amostragem da Equação [2] (LEVINE *et. al*, 2000).

[2]

$$n = \frac{N \cdot 0,09 \cdot Z^2}{0,09 \cdot Z^2 + (N - 1)E^2}$$

Sendo:

n = amostra;

N = Número de funcionários na empresa;

Z = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;

E = Margem de erro desejada.

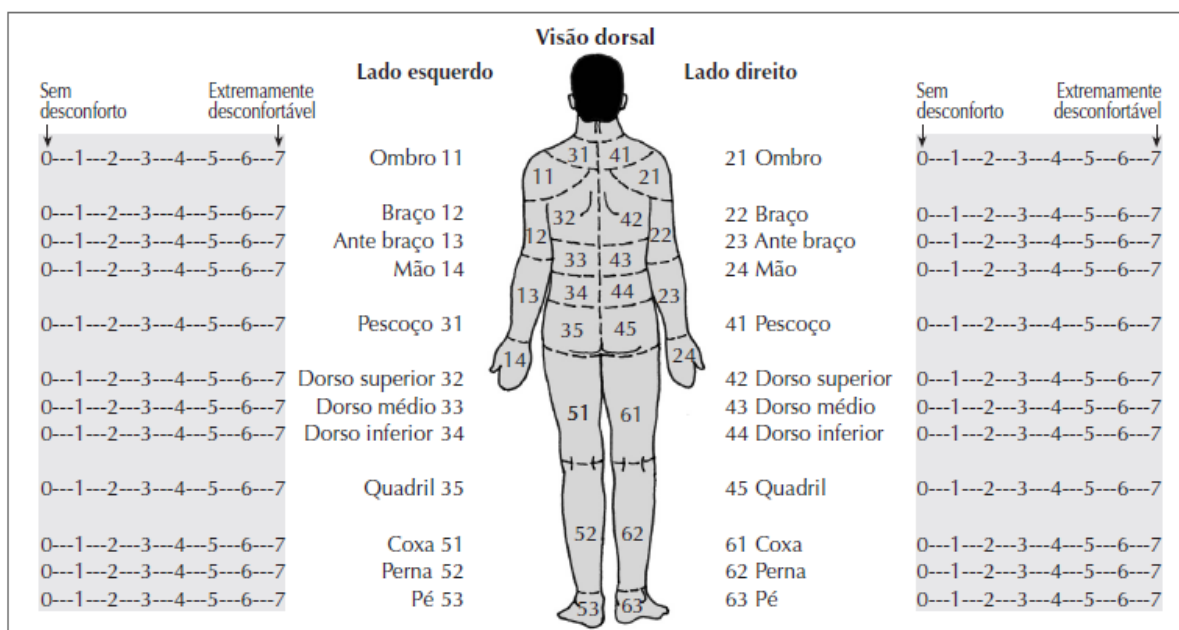


Figura 2 - Diagrama de áreas dolorosas.
Fonte: lida (2005).

O questionário foi entregue para os funcionários, sendo necessário o preenchimento do sexo, setor e atividade realizada, bem como o preenchimento da escala das dores. De acordo com o fluxograma produtivo da empresa e com os resultados obtidos com o questionário, foi caracterizado um setor que necessitou de uma análise biomecânica mais profunda. Com o setor identificado, o fluxograma deste setor produtivo micro foi observado, levantando possíveis falhas na execução da tarefa, bem como as possíveis condições que levam o desconforto aos funcionários.

3.2 COLETA DE DADOS

Neste tópico, os dados biomecânicos foram coletados por meio da observação direta durante a execução do trabalho. As informações foram tratadas tendo como base fotografias realizadas no posto de trabalho e o questionário aplicado na etapa anterior, já que o mesmo evidencia quais são as áreas corporais mais afetadas. A partir destas fotos e das informações do questionário, foi escolhido um método para registro de postura que melhor se enquadra, como por exemplo, o sistema OWAS, RULA e o REBA, assim como o método ideal para dimensionamento das cargas, como, por exemplo, a equação de NIOSH. A utilização da equação de NIOSH não foi aplicada, pois os setores trabalhados na pesquisa não apresentaram levantamento de carga crítico.

Com os métodos identificados, a análise das informações obtidas foi feita com o auxílio do *software* Ergolândia. Tal *software* é indicado para a análise da ergonomia dos funcionários de uma empresa, bem como uma análise ocupacional dos mesmos. Este programa utiliza como base as principais ferramentas ergonômicas, como a equação de NIOSH, o método RULA, REBA, sistema OWAS, além de efetuar análises de imagem e vídeo, obtendo assim, a formulação do diagnóstico do problema ocupacional. Para a tal análise, o método RULA foi escolhido, pois, além de tratar com maior prioridade os membros superiores, estuda de maneira mais objetiva as posturas inadequadas e simulações de correções.

3.3 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

Nesta etapa, serão elaboradas recomendações ergonômicas tendo como base o diagnóstico do problema ocupacional apresentado. De acordo com o diagnóstico, estas recomendações poderão ser feitas em relação ao posto de trabalho, reduzindo as exigências biomecânicas e cognitivas, procurando colocar o operador em uma boa postura de trabalho, adaptando as máquinas, equipamentos, ferramentas e materiais às características do trabalho e capacidades do trabalhador, visando promover o equilíbrio biomecânico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa estudada apresenta atuação nas áreas de tecelagem e confecção, tendo basicamente duas linhas de produto, sendo elas adulto e infantil. Suas etapas produtivas consistem em tecelagem, corte, costura, revisão e acabamento, que juntas totalizam 22 funcionários, sendo estes descritos no tópico a seguir.

4.1 FLUXOGRAMA PRODUTIVO

A Figura 3 apresenta o fluxograma produtivo da empresa.

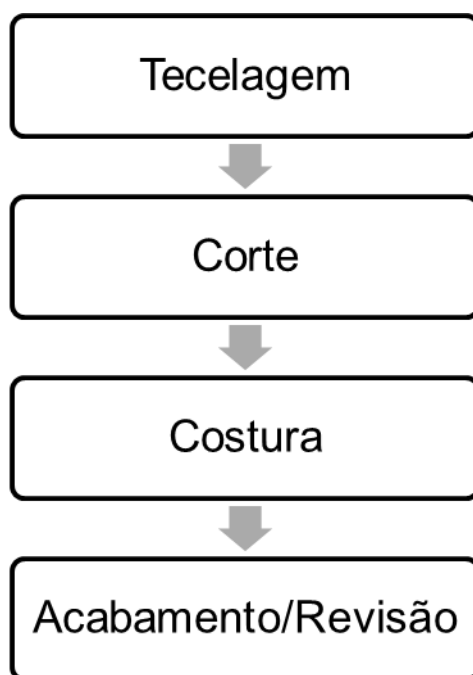


Figura 3 - Fluxograma produtivo da empresa.
Fonte: Autor.

4.1.1 Tecelagem

A etapa de tecelagem consiste no entrelaçamento dos fios para que seja formada a malha. A empresa conta com 7 teares retilíneos, trabalhando em 3 turnos de 8 horas, contando com 4 funcionários, sendo um tecelão e um auxiliar atuando em horário comercial.

4.1.1.1 Descrição das atividades de tecelagem

Os funcionários do processo de tecelagem são responsáveis pela inserção dos fios, troca de agulhas e retirada da malha pronta. Tais atividades estão representadas na Figura 4.



Figura 4 - Atividades desenvolvidas no setor de tecelagem.
Fonte: Autor.

Assim como mostrado na Figura 4, o tecelão realiza a maior parte das atividades em pé e com o pescoço levemente inclinado. A atuação dos braços é feita basicamente abaixo e acima da linha do ombro, ocasionando desgastes nos membros superiores e inferiores.

4.1.2 Corte

A etapa de corte consiste em realizar o enfesto, encaixe, risco e o corte. Contando com somente um funcionário, esse processo atua em um turno de 8 horas.

4.1.2.1 Descrição das atividades de corte

Primeiramente, o funcionário responsável pelo setor de corte efetua o alinhamento da malha resultante do processo de tecelagem. Em seguida, realiza o encaixe do molde e, finalmente, o corte das peças. Tal processo está representado na Figura 5.



Figura 5 - Atividades desenvolvidas no setor de corte.
Fonte: Autor.

As atividades não são realizadas em uma mesa com altura ideal, fazendo com que o colaborador permaneça em sua grande parte com o tronco inclinado. Além disso, todas as atividades são realizadas em pé.

4.1.3 Costura

O processo de costura consiste na união das peças fornecidas pelo corte para que o produto final seja confeccionado. O setor conta com 9 funcionários, sendo estes dispostos em diferentes máquinas de costura.

4.1.3.1 Descrição das atividades de costura

Nesta etapa, os colaboradores retiram as peças dispostas ao lado da mesa de costura. Em seguida, realizam a união de tais peças para a formação do produto. Finalmente, a peça confeccionada é colocada em uma mesa disposta lateralmente à colaboradora. Tais etapas estão representadas na Figura 6.



Figura 6 - Atividades desenvolvidas no setor de costura.
Fonte: Autor.

Como pode ser observado na Figura 6, a costureira trabalha na sua maior parte do tempo sentada. Na realização das atividades, nota-se uma torção e inclinação no tronco. A posição de trabalho está representada na Figura 7.



**Figura 7 - Postura de trabalho do setor de confecção.
Fonte: Autor.**

Os braços trabalham apoiados em uma linha abaixo do ombro. A cabeça permanece ligeiramente inclinada que, aliado a inclinação do tronco, pode causar dores na região dorsal.

4.1.4 Acabamento/Revisão

Nestas etapas são realizadas a checagem e retirada de matérias que não estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos pela empresa. Estes setores contam com 6 funcionários que trabalham somente no em um turno de 8 horas.

4.1.4.1 Descrição das atividades de acabamento e revisão

Os funcionários dos processos de revisão e acabamento realizam a inspeção das costuras das peças, dos aviamentos, da etiqueta e de qualquer irregularidade. Tais atividades podem ser observadas na Figura 8.



Figura 8 - Atividades desenvolvidas no setor de revisão e acabamento.
Fonte: Autor.

Assim como representado na Figura 8, o trabalhador responsável executa suas atividades em pé e com o tronco e pescoço inclinados. A posição dos braços atua de maneira alternada entre esticados e apoiados. Além disso, ao terminar a inspeção das peças, o funcionário realiza uma torção e inclinação no tronco, fazendo com que possa ocasionar dores na região superior e inferior.

4.2 APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DAS DORES

O diagrama das dores, apresentado no Anexo A, foi aplicado tendo como base a amostragem calculada pela fórmula [2]. Levando em conta que os quatro setores apresentam 22 funcionários e utilizando um índice de confiança de 95% e margem de erro de 10%, foram aplicados 13 questionários, distribuídos de maneira aleatória entre os quatro processos produtivos.

Assim como apresentado por Iida (2005), devem ser levadas em consideração as amostras que possuem índice maior ou igual a três no questionário.

Os resultados apresentados no processo de tecelagem encontram-se na Figura 9.

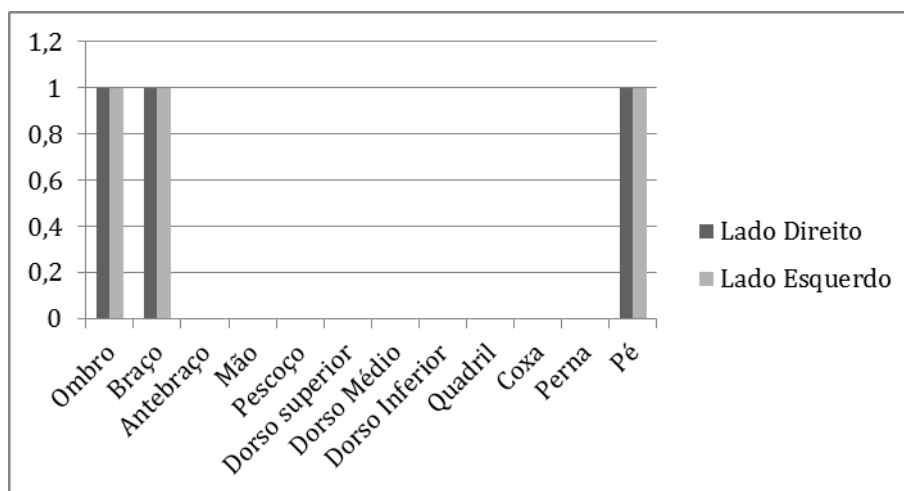


Figura 9 - Resultado do diagrama das dores aplicado no setor de tecelagem.
Fonte: Autor.

Neste setor, o diagrama de dores foi aplicado a um auxiliar de tecelagem. Assim como apresentado no gráfico, pode-se observar que a parte mais afetada encontra-se nos membros superiores.

No setor do corte, o diagrama das dores foi aplicado a um funcionário, tendo os resultados apresentados na Figura 10.

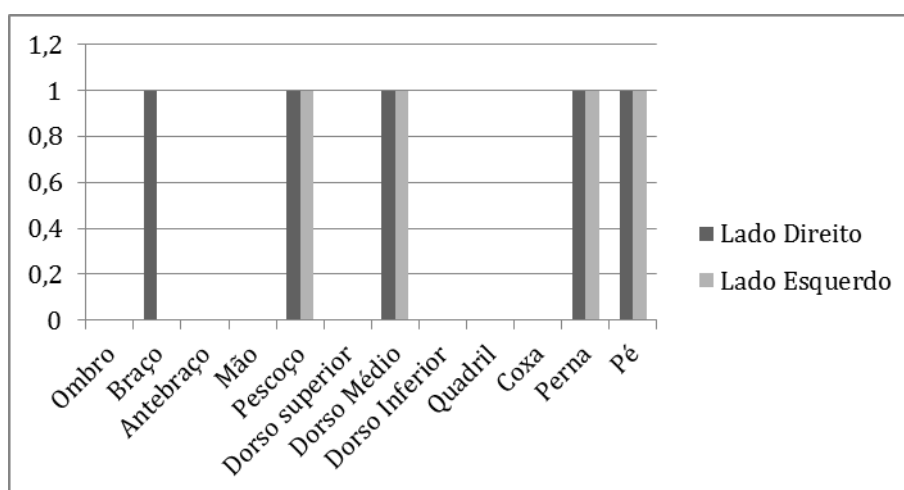


Figura 10 - Resultado do diagrama das dores aplicado no setor de corte.
Fonte: Autor.

Os resultados mostram que, assim como no setor de tecelagem, os membros mais afetados são os superiores. Como a atividade exige um maior esforço do lado direito devido à utilização da máquina de corte, o colaborador

apresenta maiores dores nessa região. Os membros inferiores afetados são justificados pelo trabalho realizado, em sua maioria, em pé.

O setor da costura, o diagrama das dores foi aplicado a quatro pessoas, tendo seus resultados aplicados na Figura 11.

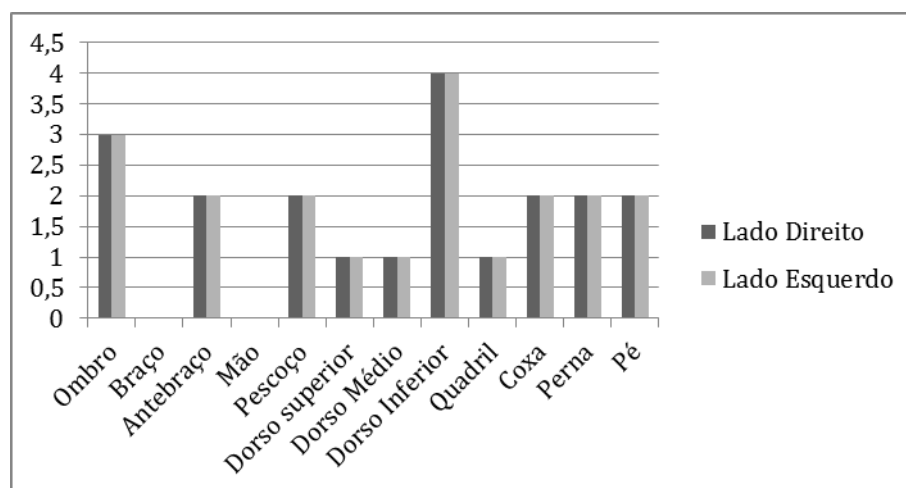


Figura 11 - Resultados do diagrama das dores aplicado no setor de confecção.
Fonte: Autor.

Como mostrado na Figura 11, os funcionários deste setor apresentaram seis das oito áreas afetadas dos membros superiores, tendo destaque para o ombro e dorso inferior, que incidiram em mais de 75% da amostra. Na parte inferior, todos os membros constituintes foram citados, mostrando que o posto de trabalho não está dimensionado de maneira adequada.

Nos processos de revisão e acabamento, foram aplicados sete questionários, tendo os resultados apresentados na Figura 12.

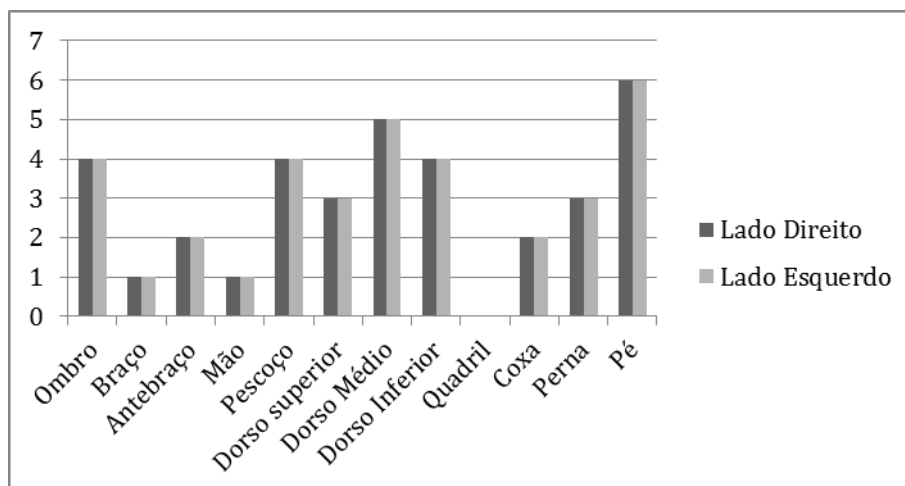


Figura 12 - Resultados do diagrama das dores nos setores de acabamento e revisão.
Fonte: Autor.

Como pode ser observado na Figura 12, a parte superior teve todas suas áreas afetadas, tendo destaque para o ombro, pescoço, dorsos médio e inferior. Na parte inferior o maior destaque foi para a região dos pés, fato este justificado pela posição de trabalho realizado em pé.

Para que uma análise geral pudesse ser realizada, os resultados obtidos em todos os setores foram reunidos em um só gráfico, sendo este apresentado na Figura 13.

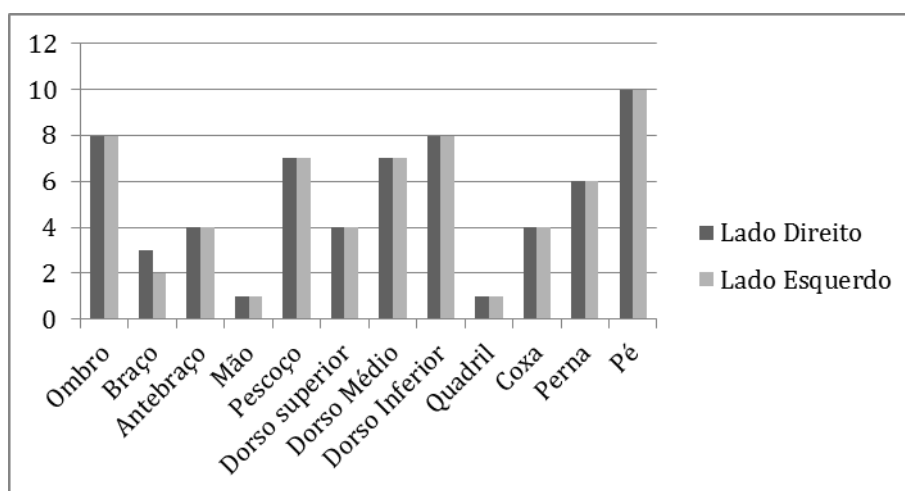


Figura 13 - Resultado de todos os setores reunidos.
Fonte: Autor.

Os membros mais atingidos estão localizados na parte superior do corpo, tendo destaque para o ombro, pescoço e dorsos médio e inferior. Na parte inferior os membros que mais foram citados são as pernas e os pés.

A figura 14 mostra a contribuição de cada setor nos membros mais atingidos citados anteriormente.

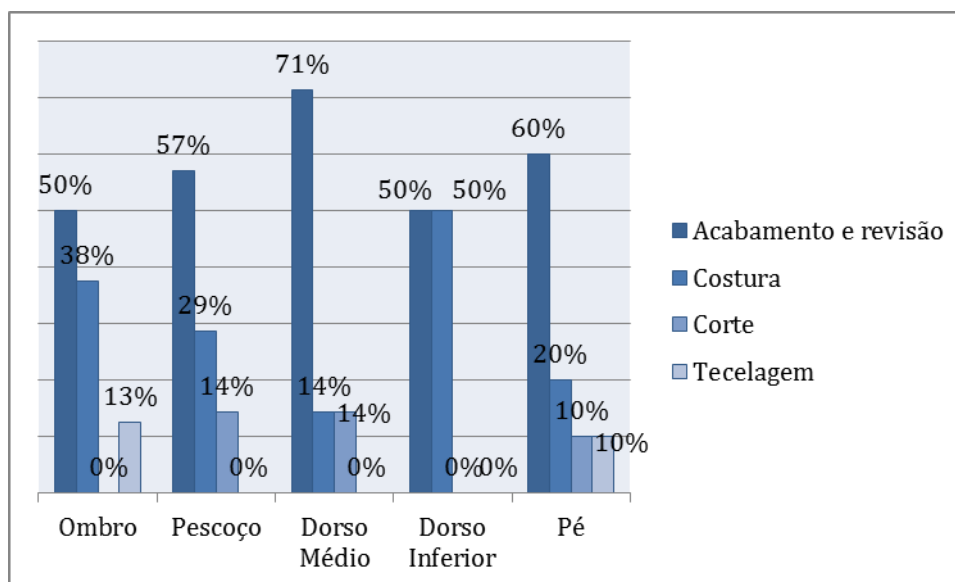


Figura 14 - Contribuição de cada setor para as dores mais citadas nos questionários.
Fonte: Autor.

Nota-se que os processos de acabamento e revisão são os maiores responsáveis pelas dores citadas, destacando os membros superiores e uma pequena participação do pé como membro inferior.

Analisando os postos de trabalho dos setores de revisão e acabamento, nota-se que os mesmos estão dimensionados incorretamente. Além disso, a sequência de atividades realizadas faz com que os colaboradores apresentem uma incidência de dores nas regiões apresentadas. Estudos de biomecânica mostram que, para posições em que o tronco permanece inclinado, o tempo de realização da atividade deve ser menor do que 1 minuto. Para posições levemente inclinadas, em pé, existe a ocorrência de um momento devido ao deslocamento do centro de gravidade do corpo para uma posição sem o devido apoio. Isso faz com que haja uma compensação muscular na região do dorso, fazendo com que ocorram dores no mesmo.

Assim como apresentado por Pavani e Quelhas (2006), o método ideal nesta ocasião para que uma análise mais profunda seja realizada é o RULA, já que trata com prioridade dos membros superiores, tendo uma pequena participação da parte inferior do corpo. Além disso, os problemas observados mostram origem em torções

e angulações das posições de trabalho, características também tratadas pelo método citado.

4.3 ANÁLISE NO SOFTWARE ERGOLÂNDIA

Por meio de observação direta das atividades realizadas nos setores e com base nos resultados obtidos com o diagrama das dores, o método RULA foi escolhido como comando de entrada no software Ergolândia para uma análise mais profunda dos 13 funcionários analisados.

Neste método, o programa divide as áreas do corpo humano em sete partes, sendo eles o braço, antebraço, punho, rotação do punho, cabeça, tronco, pescoço e pernas. Além disso, o programa ainda conta com uma etapa composta da descrição das atividades em que o colaborador é submetido, contendo uma estimativa de frequência e de carga envolvida. As etapas citadas podem ser observadas na Figura 15.

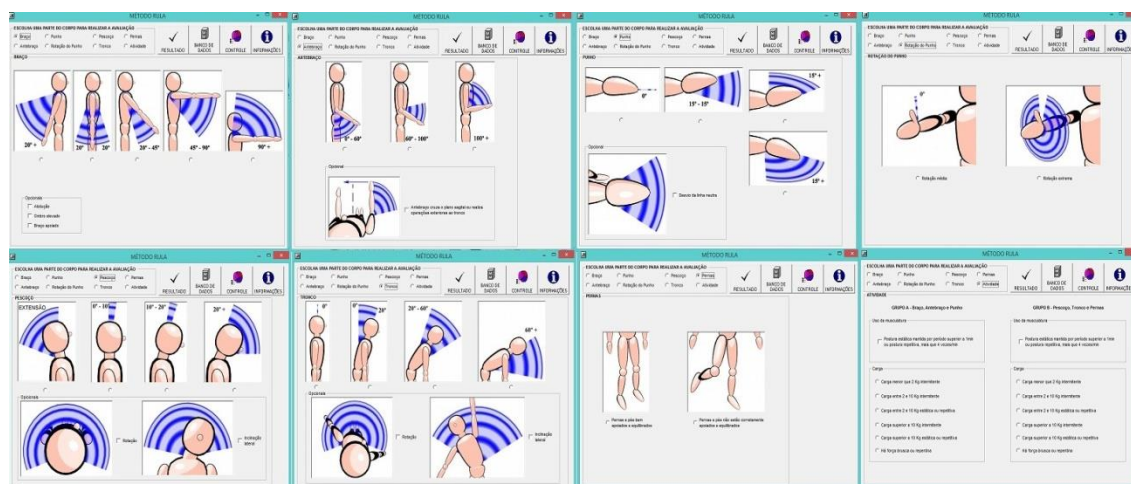


Figura 15 - Etapas para a utilização do método RULA no Ergolândia.
Fonte: Autor.

Ao final das escolhas e da correta representação da atividade, o programa exibe uma pontuação, sendo esta utilizada para classificar o funcionário em quatro níveis diferentes, assim como apresentado por Pavani e Quelhas (2006).

A distribuição dos trabalhadores nos quatro níveis diferentes está representada na Figura 16.

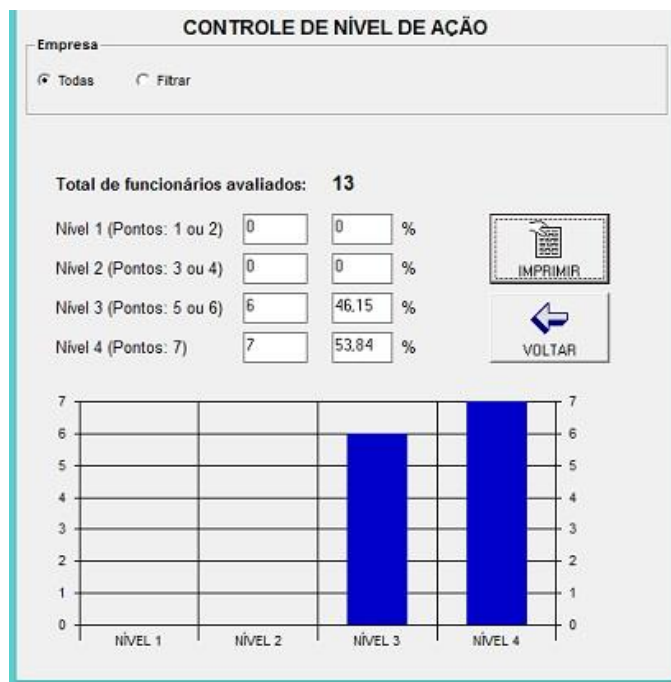


Figura 16 - Distribuição dos trabalhadores entre os níveis de atuação.
Fonte: Autor.

Assim como apresentado na Figura 16, nota-se que os trabalhadores que atuam nos setores de tecelagem, corte e costura obtiveram pontuação entre 5 e 6, sendo classificados no nível 3 de atuação. Para Mcatamney e Corlett (1993), para pessoas classificadas em tal nível, se faz necessária uma investigação e uma possível mudança em breve.

Já nos setores de revisão e acabamento, todos os colaboradores analisados obtiveram pontuação sete, sendo classificadas no nível quatro. Tal nível se faz necessário uma investigação e mudanças de imediato, sendo a intervenção feita de maneira urgente, propondo melhorias e recomendações ergonômicas para o posto de trabalho.

4.4 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

Para que as recomendações ergonômicas sejam feitas de maneira eficiente, existem diversos critérios para que o posto de trabalho seja corretamente dimensionado. Contudo, o melhor critério, do ponto de vista ergonômico, é aquele que leva em consideração as posturas de trabalho executadas durante a tarefa.

Tendo como base os setores de revisão e acabamento, que apresentaram o nível mais crítico de intervenção, e relacionando as posturas de trabalho executadas

durante a tarefa, se faz necessária a adoção de medidas que diminuam as inclinações e torções no pescoço, tronco e ombros, e medidas que reduzam a incidência do peso nos pés durante toda a duração da atividade.

O trabalho no setor de acabamento e revisão exige uma grande precisão, sendo assim, Lida (2005) mostra as medidas ideais de altura da mesa para que as inclinações da parte superior sejam minimizadas, sendo esta representada na Figura 17.

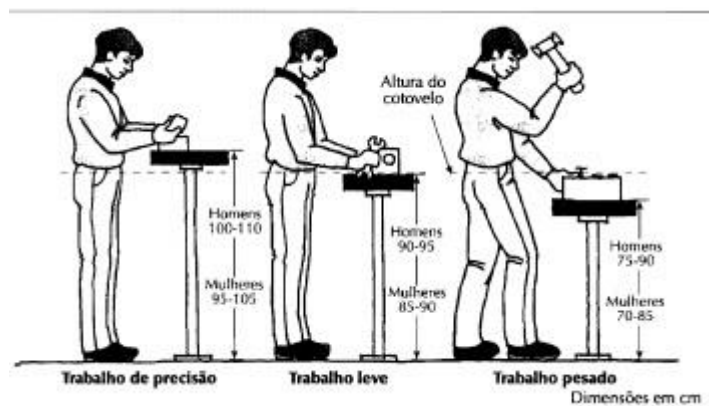


Figura 17 - Altura ideal da mesa para trabalhos de precisão.
Fonte: Lida (2005).

Além disso, podem ser adotadas mesas com inclinações para que a posição do tronco e pescoço permaneça a mais neutra possível, evitando esforços nestas regiões. Como o trabalho exige posições alternadas entre sentado e em pé, para evitar as dores citadas nos membros inferiores, o ideal seria utilizar a postura semi-sentada de trabalho, com cadeiras que permitam a livre movimentação e possibilitam o alívio de tensões sobre os pés. Um exemplo de cadeira para esta posição está representado na Figura 18.

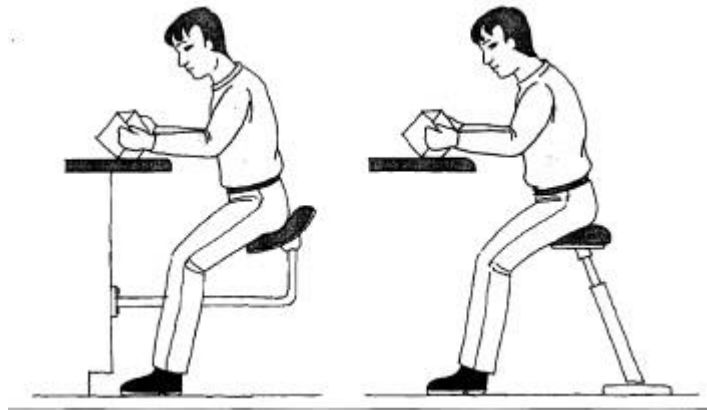


Figura 18 - Postura semi-sentada para trabalhos de precisão.
Fonte: Iida (2005).

Tais tipos de assento podem proporcionar um grande alívio, mesmo que temporário, ao suportar o peso corporal. Além disso, ajudam a estabilizar a postura, pois um trabalhador em pé geralmente fica com o corpo oscilando.

Outras recomendações podem ser adotadas em todos os setores envolvidos, tais como:

- Limitar os movimentos ósteo-musculares nos postos de trabalho, limitando os movimentos repetitivos a 2000 por hora, excluindo frequências maiores que 1 ciclo/segundo, eliminando as tarefas com ciclos menores a 90 segundos e providenciando micro-pausas de 2 a 10 segundos a cada 2 ou 3 minutos;
- Evitar contrações estáticas da musculatura;
- Promover o equilíbrio biomecânico;
- Evitar o estresse mental.

Utilizando as recomendações citadas, foi realizada uma nova simulação no *software* Ergolândia, a fim de verificar a eficiência de tais métodos. No programa, foram introduzidos dados que limitavam a movimentação dos braços, punhos e antebraços, fazendo com que a tarefa seja executada de maneira ideal. Além disso, a cabeça e o tronco terão inclinações e torções reduzidas com a adoção de mesas com medidas ideais, bem como a carga nos pés terão pausas para alívio com a adoção da postura semi-sentada. O resultado obtido está representado na Figura 19.

RESULTADO

PONTUAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA: **2**

| PONTUAÇÃO | NÍVEL DE AÇÃO | INTERVENÇÃO |
|-----------|---------------|---|
| 1 ou 2 | 1 | Postura aceitável |
| 3 ou 4 | 2 | Deve-se realizar uma observação. Podem ser necessárias mudanças. |
| 5 ou 6 | 3 | Deve-se realizar uma investigação. Devem ser introduzidas mudanças. |
| 7 | 4 | Devem ser introduzidas mudanças imediatamente. |

Figura 19 - Pontuação atingida para as atividades recomendadas.
Fonte: Autor.

O resultado mostra que tais recomendações reduziram a pontuação de 7 para 2, classificando os trabalhadores no primeiro nível de ação, tendo uma postura aceitável de trabalho, garantindo assim, uma melhora significativa na saúde dos mesmos.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, o estudo biomecânico do posto de trabalho, bem como uma análise das tarefas executadas, mostrou ser de fundamental importância para o levantamento das principais causas de dores na empresa estudada.

O auxílio de diagrama das dores e da caracterização dos postos de trabalho influenciou diretamente na escolha do método RULA, fazendo com que os problemas apresentados fossem estudados de maneira mais eficiente.

Além disso, a utilização de ferramentas, como o *software* Ergolândia, fez com que os principais problemas fossem identificados e classificados, permitindo uma atuação mais influente e resultando em melhorias que se adaptaram de maneira ideal para o posto de trabalho estudado.

Como sugestão para trabalhos futuros se faz necessária a realização das medidas antropométricas dos colaboradores, dimensionando o posto de trabalho de

maneira mais eficiente e de acordo com as características de cada setor. Além disso, trabalhos relacionados com o estudo do ambiente de trabalho, levando em conta aspectos de iluminação, cores, ruídos, vibrações e temperatura, seriam de grande valia para complementar o estudo realizado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (ABIT). Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha_rtcc.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2015.

ABRAHÃO, J. I; PINHO, D. L. M. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da Ergonomia. **Estudos de Psicologia**, Brasília, Brasil, v. 7, p. 45 – 52, 2002.

ADRIAN, M; COOPER, J. Biomechanics of Human Movement. Boston: McGraw-Hill, 1995.

AMADIO, A. Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento Humano. São Paulo: Edição da Universidade de São Paulo, 1996.

BRITO, G. A. Sustentabilidade: um desafio para as lavanderias industriais. **Revista de design, inovação e gestão estratégica**, Rio de Janeiro (RJ), v. 4, n. 2, p. 1-16, ago. 2013.

CHAFFIN, B.; ANDERSSON, G.B.J.; MARTÍN, B.J. Biomecânica Ocupacional. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CIMINO, A.; et al. A multi measure-based methodology for the ergonomic effective design of manufacturing system Workstations. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Cosenza, Itália, v. 39, p. 447- 455, jan. 2009.

COLOMBINI, D.; et al. Il método ocrá per l´analisi e La prevenzione Del rischio da movimenti ripetuti. Milão: Franco Angeli, 2005.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo 1, 1995.

DAS, B; SENGUPTA, A. K. Industrial Workstation design: A systematic ergonomics approach. **Applied Ergonomics**, Nova Scotia, Canada, v. 27, n. 3, p. 157-163, 1996.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, M. Variáveis biomecânicas analisadas durante o levantamento manual de carga. **MOTRIZ**, v. 4, n. 2, p. 85 – 90, dez. 1998.

GUIMARÃES, L. B. M.; et al. Participatory ergonomics intervention for improving human and production outcomes of a Brazilian furniture company. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Porto Alegre, Brasil, v. 49, p. 97- 107, fev. 2015.

HAY, J. The Biomechanics of Sports Techniques. New Jersey: Prentice-Hall. Englewo Cliffs, 1978.

HIGNETT, S; MCATAMNEY L. Rapid entire body assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, v. 31, p. 201- 205, 2000.

HIRATUKA, C.;et al. Relatório de acompanhamento setorial têxtil e confecção. **Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial**, Campinas (SP), v. 1, p. 1-21, set. 2008.

IEMI. Relatório setorial da indústria têxtil brasileira. São Paulo: Instituto de Estudos de Marketing Industrial, 2006.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KUSHWAHA, D. K; KANE, P. V. Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Nagpur, India, p. 1-11, ago. 2015.

LEMOS, M. P. A. A metodologia da análise ergonômica do trabalho como suporte investigativo da proposta de automação em um posto de trabalho. Maringá. 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Centro de tecnologia na Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010

LEVINE, D. M. et al. **Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

MATEUS, A. C; ALMEIDA, A. H; ALVES, N. M. Development of a novel ergonomic evaluation tool. In: Congress of the European Society of Biomechanics. 18., 2012, Leiria, Portugal.

MCATAMNEY, L; CORLETT, E. N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, n.2 p. 91-99, 1993.

MCGINNIS, P. Biomechanics of Sports and Exercise. Champaign:Human Kinetics, 1999.

METZNER, R. J; FISCHER, F. M. Fatigue and workability in Brazilian textile companies in different corporate social responsibility score groups. **International Journal of Industrial Ergonomics**, São Paulo, Brasil, v. 40, p. 289 – 294, fev. 2010.

MORAES, A. **Ergonomia: conceitos e aplicações, análise ergonômica de postos de trabalho**. Manaus: WHG Engenharia e Consultoria, 1996.

PARKES, K. R; CARNELL, S; FARMER, E. Research Report on Musculo skeletal Disorder, Mental Health and Work Environment. Health and safety executive. University of Oxford, 2005.

PAVANI, R. A; QUELHAS, O. L. G. A avaliação dos riscos ergonômicos como ferramenta gerencial em saúde ocupacional. **SIMPEP**, v. 8, p. 1 – 9, nov. 2006.

PERES, C. P. A. **Estudo das sobrecargas posturais em fisioterapeutas: uma abordagem biomecânica ocupacional**. Florianópolis. 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção UFSC. Florianópolis, 2002.

RECH, S. A. **Cadeia produtiva da moda: um modelo conceitual de análise da competitividade no elo confecção**. 2006. 282 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. (modelo de referência de dissertação).

SANTOS, M. H. R.; et al. Análise de postura e carga através dos métodos owas e niosh em uma fábrica de sorvetes no sul do Brasil. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 33, p. 1 – 16, out. 2013.

SANTOS, N.; FIALHO, F. Manual de Análise Ergonômica do Trabalho. Curitiba:Gênese, 1997.



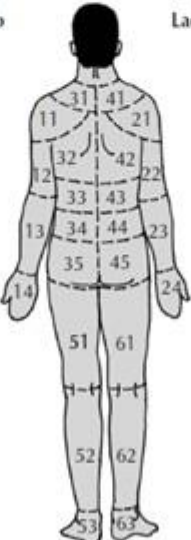
SMITH, L. K; LEHMKUHL, L. D. Cinesiologia Clínica de Brunnstrom. São Paulo: Manole, 1997.

WISNER, A. **Ergonomie et analyse ergonomique Du travail: um champ de l'Art de l'Ingénieur et une méthodologie générale des sciences humaines. Performances Humaines & Techniques**, Paris, França, v. 1, p 74 – 78, set. 1995.

ZANDIN, K. B. Maynard's Industrial Engineering Handbook. 5 ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2001.

ANEXO A - Questionário de pesquisa

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

|  | | Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Apucarana Curso de Engenharia Têxtil | |  | |
|--|---------------|--|--|---|---|
| Este questionário será aplicado para análise de resultados apresentados no Trabalho de Conclusão de Curso | | | | | |
| Setor | | | | | |
| Tarefa | | | | | |
| Sexo | () Masculino | | () Feminino | | |
| Idade | | | | | |
| Circular, na figura abaixo, um número numa escala entre 0 e 7, sendo 0 sem desconforto e 7 extremamente desconfortável, as áreas indicadas a seguir | | | | | |
| Visão dorsal | | | | | |
| Sem desconforto ↓ 0---1---2---3---4---5---6---7 ↑ Extremamente desconfortável | | Lado esquerdo |  | Lado direito | Sem desconforto ↓ 0---1---2---3---4---5---6---7 ↑ Extremamente desconfortável |
| | | Ombro 11 | | 21 Ombro | |
| | | Braço 12 | | 22 Braço | |
| | | Ante braço 13 | | 23 Ante braço | |
| | | Mão 14 | | 24 Mão | |
| | | Pescoço 31 | | 41 Pescoço | |
| | | Dorso superior 32 | | 42 Dorso superior | |
| | | Dorso médio 33 | | 43 Dorso médio | |
| | | Dorso inferior 34 | | 44 Dorso inferior | |
| | | Quadril 35 | | 45 Quadril | |
| | | Coxa 51 | | 61 Coxa | |
| | | Perna 52 | | 62 Perna | |
| | | Pé 53 | | 63 Pé | |

Fonte: Adaptado de Iida (2005).