

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

ANDRÉ SILVEIRA COSTA DA SILVA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DE POSTOS DE TRABALHO DE UMA
INDÚSTRIA QUÍMICA UTILIZANDO OS MÉTODOS NIOSH E OWAS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2015**

ANDRÉ SILVEIRA COSTA DA SILVA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DE POSTOS DE TRABALHO DE UMA
INDÚSTRIA QUÍMICA UTILIZANDO OS MÉTODOS NIOSH E OWAS**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai.

**CURITIBA
2015**

ANDRÉ SILVEIRA COSTA DA SILVA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DE POSTOS DE TRABALHO DE UMA
INDÚSTRIA QUÍMICA UTILIZANDO OS MÉTODOS NIOSH E OWAS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (Orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

A finalidade deste estudo foi desenvolver uma análise ergonômica dentro de uma Indústria Química do ramo de emulsões parafínicas com a finalidade de identificar as rotinas de trabalho dos setores de Produção, Laboratório e Limpeza, avaliar o levantamento das cargas e posturas adotadas pelos trabalhadores nos setores avaliados e propor melhorias e adequações para os seguintes postos de trabalho: Operador de Produção, Técnico Químico e Auxiliar de Limpeza. Para chegar aos objetivos deste estudo foi realizada uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) utilizando-se dos métodos OWAS para avaliação da postura e do método NIOSH para avaliar a carga levantada pelos trabalhadores durante as tarefas. Também foi utilizado um questionário para levantar as características dos trabalhadores de cada setor. No estudo, o setor da Produção destaca-se por ser o setor mais crítico, pois foi nele que se encontraram os piores resultados das avaliações: na etapa 1 o Limite de Peso Recomendado (LPR) foi de 7,067 kg e o Índice de Levantamento (IL) foi de 3,538; na etapa 2 o LPR foi de 6,484 kg e o IL foi de 3,856; na etapa 3 são necessárias correções imediatas na postura do trabalhador. Após feita as recomendações para adequações, na etapa 1 o LPR ficou em 15,064 kg e o IL em 0,998; na etapa 2 o LPR ficou em 15,070 kg e o IL em 0,995; na etapa 3 não são necessárias mediadas corretivas. Portanto, com o estudo pode-se identificar as rotinas de trabalho, analisar o levantamento das cargas e posturas de cada posto de trabalho avaliado e desenvolver uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Palavras-chave: Ergonomia. OWAS. NIOSH. Postura. Carga.

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop an ergonomic analysis within a branch of Chemical Industry of paraffin emulsions in order to identify the work routines of production sectors, Laboratory and cleaning evaluate the lifting of loads and postures adopted by workers in the evaluated sectors and propose improvements and adjustments for the following jobs: Production Operator, Chemical and Technical Assistant Cleanup. To reach the objectives of this study an Ergonomic Work Analysis was performed (EWA) using the OWAS methods for evaluating posture and NIOSH method for evaluating the load raised by workers during the tasks. It was also used a questionnaire to raise the characteristics of workers in each sector. In the study, the production sector stands out for being the most critical sector because it was him who found the worst results of the evaluations: In step 1 the Recommended Weight Limit (RWL) was 7.067 kg and the Survey Index (SI) was 3,538; RWL in step 2 was 6.484 kg and SI was 3,856; in step 3 are required immediate corrections in the worker's posture. After made recommendations for adjustments in step 1 in the RWL stood at 15.064 kg and the SI in 0.998; in step 2 in the RWL was 15.070 kg and 0.995 for SI; in step 3 are not necessary corrective mediated. Therefore, the study can identify the routines of work, analyzing the lifting of loads and positions of each evaluated job and develop an Ergonomic Work Analysis (EWA).

Keywords: Ergonomics. OWAS. NIOSH. Posture. Weight.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos do Sistema	9
Figura 2 - Roteiro para Selecionar a Postura Básica.....	15
Figura 3 - Espaço mínimo para as pernas e pés na postura de pé.....	17
Figura 4 - Posto de trabalho que permite a postura sentada ou em pé alternadamente	18
Figura 5 - Ângulo do tronco no plano sagital.....	19
Figura 6 - Diagrama de áreas dolorosas.....	20
Figura 7 - Sistema OWAS para o registro da postura.....	22
Figura 8 - Tempos médios para aparecimentos das dores nos ombros, em função do alcance vertical dos braços	24
Figura 9 - Tempos médios para aparecimento de dores nos ombros em função da distância horizontal dos braços	25
Figura 10 - Alavancas (músculos)	27
Figura 11 - Tipos de alavancas (músculos)	27
Figura 12 - Forças máximas (em Newtons) para empurrar e puxar, na posição em pé.....	29
Figura 13 - Localização-padrão de levantamento.....	31
Figura 14 - Cálculo do fator de frequência (FM)	32
Figura 15 - Classificação da pega de uma carga	33
Figura 16 - Determinação do fator de pega (CM)	33
Figura 17 - Transporte manual de cargas utilizando carrinhos	34
Figura 18 - Dimensionamento do SESMT.....	37
Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo.....	39
Figura 20 - Gráfico 1: Faixa etária (Setor Produção)	41
Figura 21 - Gráfico 2: Tempo de trabalho na empresa (Setor Produção)	42
Figura 22 - Gráfico 3: Trabalhadores que sentem dores (Setor Produção).....	42
Figura 23 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Produção)	43
Figura 24 - Gráfico 4: Faixa etária (Setor Laboratório).....	44
Figura 25 - Gráfico 5: Trabalhadores que sentem dores (Setor Laboratório)	44
Figura 26 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Laboratório).....	45
Figura 27 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Limpeza)	46
Figura 28 - Operador de Produção Separando a Matéria Prima.....	47
Figura 29 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Operador de Produção)	47
Figura 30 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Operador de Produção).....	48

Figura 31 - Operador de Produção Adicionando MP ao Reator.....	50
Figura 32 - Resultado método OWAS - Etapa 2 (Operador de Produção)	50
Figura 33 - Resultado método NIOSH - Etapa 2 (Operador de Produção).....	51
Figura 34 - Operador de produção separando o saco de MP vazio	53
Figura 35 - Categorias de ações para as posturas do método OWAS.....	54
Figura 36 - Resultado método OWAS - Etapa 3 (Operador de Produção)	54
Figura 37 - Resultado método NIOSH - Etapa 3 (Operador de Produção).....	55
Figura 38 - Retirada de amostra de produto	56
Figura 39 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Técnico Químico).....	56
Figura 40 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Técnico Químico)	57
Figura 41 - Preparação para limpeza dos vidros.....	58
Figura 42 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Auxiliar de Limpeza).....	58
Figura 43 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Auxiliar de Limpeza).....	59
Figura 44 - Realização da limpeza dos vidros.....	59
Figura 45 - Resultado método OWAS - Etapa 2 (Auxiliar de Limpeza).....	60
Figura 46 - Resultado método NIOSH - Etapa 2 (Auxiliar de Limpeza).....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis frequentemente utilizadas em pesquisas na área de ergonomia	14
Quadro 2 - Recomendações para as alturas das mãos e dos olhos nas posturas sentada ou em pé.....	17
Quadro 3 - Localização das Dores no Corpo Provocadas por Posturas Inadequadas.....	21
Quadro 4 - Classificação das posturas de acordo com a duração das posturas	23
Quadro 5 - Classificação das posturas pela combinação das variáveis	24
Quadro 6 - Equação NIOSH revisada (1994).....	30
Quadro 7 - Identificação do risco pelo Índice de Levantamento (IL).....	30
Quadro 8 - Determinação dos coeficientes da equação NIOSH.....	32
Quadro 9 - Quantidade de colaboradores por setor avaliado	38
Quadro 10 - Análise dos fatores da equação NIOSH e recomendações da etapa 1.....	49
Quadro 11 - Análise dos fatores da equação NIOSH e recomendações da etapa 2.....	52
Quadro 12 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Operador de Produção	61
Quadro 13 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Técnico Químico.....	62
Quadro 14 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Auxiliar de Limpeza	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo Geral	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Justificativa	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Ergonomia.....	4
2.1.1. Antropometria.....	7
2.1.2. Sistema Homem-Máquina.....	7
2.1.3. Análise Ergonômica do Trabalho (AET)	10
2.2. Postura	15
2.3. Movimentação e Levantamento de Cargas.....	26
2.4. Doenças Relacionadas à Postura/Movimentação e Levantamento de Cargas.....	33
3. METODOLOGIA	37
3.1. Caracterização da Empresa.....	37
3.2. Avaliação dos Postos de Trabalho	38
3.2.1. Avaliação dos Postos de Trabalho com o Método OWAS	39
3.2.2. Avaliação dos Postos de Trabalho com o Método NIOSH.....	40
4. RESULTADOS	41
4.1. Resultados da Aplicação do Questionário	41
4.1.1. Operador de Produção.....	41
4.1.2. Técnico Químico	43
4.1.3. Auxiliar de Limpeza	45
4.2. Avaliação de Posto de Trabalho: Operador de Produção	46
4.2.1. Etapa 1 (Produção).....	46
4.2.2. Etapa 2 (Produção).....	49

4.2.3.	Etapa 3 (Produção).....	52
4.3.	Avaliação de Posto de Trabalho: Técnico Químico.....	55
4.3.1.	Etapa 1 (Laboratório).....	55
4.4.	Avaliação de Posto de Trabalho: Auxiliar de Limpeza.....	57
4.4.1.	Etapa 1 (Limpeza).....	57
4.4.2.	Etapa 2 (Limpeza).....	59
4.5.	Síntese dos Resultados das Avaliações com os Métodos OWAS e NIOSH.....	61
4.5.1.	Síntese de Resultados do Posto de Operador de Produção.....	61
4.5.2.	Síntese de Resultados do Posto de Técnico Químico.....	62
4.5.3.	Síntese de Resultados do Posto de Auxiliar de Limpeza.....	62
4.5.4.	Síntese Geral dos Resultados.....	62
5.	CONCLUSÕES.....	63
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial (1760-1830) teve o início a relação entre o homem e o trabalho. Neste contexto, uma série de descobertas tecnológicas causou um impacto no trabalho humano e nos processos produtivos em nível econômico e social. Isso forçou a uma reestruturação nestes processos com a crescente transformação do trabalho humano por máquinas, modificando assim as características do trabalho e vida dos trabalhadores (DELIBERATO, 2002; DEJOURS, 1992 apud ANTONELLI, 2011).

No tocante à segurança do trabalho, a Revolução Industrial mostrou-se o principal agente causador das doenças relacionadas ao trabalho e deterioração da saúde dos trabalhadores, uma vez que esse “fenômeno” evidenciou o aumento expressivo da produção em detrimento à qualidade de vida dos trabalhadores (SEGRAC, 2010 apud FERREIRA, 2010).

Após a Revolução Industrial e com a deflagração da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) foram utilizados conhecimentos científicos e tecnológicos para a construção de equipamentos bélicos, como submarinos, aviões, radares e tanques. Esses equipamentos exigiam do operador uma habilidade extrema em condições ambientais desfavoráveis e tensas: o campo de batalha. Com isso os acidentes eram frequentes e muitas vezes fatais. Isso fez com que fossem redobrados os investimentos em pesquisa para adaptar estes equipamentos às características dos operadores, melhorando assim o desempenho e diminuindo a fadiga e, conseqüentemente, os acidentes (IIDA, 2005 apud WACHOWICZ, 2007).

Nos dias atuais as mudanças tecnológicas são muito dinâmicas ditando o ritmo de trabalho onde gera uma sobrecarga física e mental nos trabalhadores, que lutam para manter-se em seus empregos. Esse esforço cria condições desfavoráveis à saúde do trabalhador e, associado a inadequações ergonômicas, favorecem ao aparecimento de doenças relacionadas ao trabalho (MIGUEZ, 2005).

Com os estudos sobre ergonomia avançando no mundo, foi criada em 1961 na Europa a *International Ergonomics Association (IEA)*, uma entidade voltada somente para os estudos da ergonomia.

No início da década de 1960, com o aumento da informatização nos diferentes segmentos da economia percebeu-se que os processos de trabalho podem ser redesenhados considerando as características e necessidades dos trabalhadores. Nessa época, a ergonomia

estava voltada ao desenvolvimento de *softwares*, pesquisando sobre questões cognitivas relacionadas a aspectos específicos da interface com o usuário (WACHOWICZ, 2007).

No Brasil, a ergonomia começa a tomar um caráter mais figurativo quando o Ministério do Trabalho e Emprego institui a Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 criando a Norma Regulamentadora NR-17 – Ergonomia.

Já na década de 1980, a ergonomia volta-se para as pesquisas de análise sócio técnica, envolvendo a organização do trabalho. Neste momento, são consideradas relevantes a análise do grau de repetitividade, monotonia e desempenho das tarefas, bem como a investigação dos turnos de trabalho, segurança, higiene, *layout* e biorritmo. O caráter participativo do trabalhador torna-se base para as avaliações ergonômicas (WACHOWICZ, 2007).

Iida (2005) afirma que um dos maiores problemas em analisar e corrigir más posturas no trabalho está na identificação e registro destas posturas. Para uma melhor visualização do risco ergonômico, atualmente diversos métodos auxiliam a descrição das posturas utilizadas para a realização de determinadas tarefas e os correspondentes riscos ergonômicos.

Considerando as grandes evoluções que sofreram os processos produtivos durante a história e a importância da saúde e conforto do trabalhador, este trabalho buscou avaliar três setores de uma indústria química quanto à postura e levantamento de peso a que os trabalhadores da indústria em questão estão submetidos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Esta monografia tem como objetivo geral desenvolver uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET) dentro de uma Indústria Química do ramo de emulsões parafínicas com a finalidade de propor melhorias e adequações para os postos de trabalho.

1.1.2. Objetivos Específicos

O estudo terá os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as rotinas de trabalhos dos seguintes postos de trabalho: operador de produção, técnico químico e auxiliar de limpeza;
- Analisar o levantamento de cargas nos postos de trabalho;

- Analisar a postura adotada nas atividades dos postos de trabalho.

1.2. Justificativa

A finalidade deste estudo foi identificar possíveis problemas ergonômicos decorrentes das atividades dos trabalhadores dos setores de Produção, Laboratório e Limpeza, avaliando as posturas indevidas e excesso de peso levantado durante as tarefas diárias.

Após uma análise primária em toda empresa, os setores foram escolhidos devido a constantes reclamações de dores e até reporte de afastamentos de trabalhadores dos mesmos.

Atualmente a indústria não possui nenhum método de avaliação ergonômica além do disposto no PPRA que não contempla uma análise completa dos setores.

Após as análises dos setores em questão e também que a empresa não possui um programa de ergonomia voltado à saúde e conforto dos trabalhadores, fica evidente que uma Análise Ergonômica do Trabalho se faz necessária, levando em consideração a heterogeneidade dos trabalhadores da empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ergonomia

Na Inglaterra, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1917), fisiologistas e psicólogos foram chamados para colaborarem no esforço de aumentar a produção de armamentos, com a criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, em 1915. Com o fim da guerra, esta Comissão foi transformada em um Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, que posteriormente tornou-se famoso por diversas pesquisas sobre a fadiga na indústria (IIDA, 1997).

Segundo Dul e Weerdmeester (2004) a ciência da Ergonomia desenvolveu-se em plena Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Na ocasião, houve uma conjugação sistemática de esforços entre tecnologia, ciências humanas e biológicas para resolver problemas de projeto. Médicos, psicólogos, antropólogos e engenheiros trabalharam juntos para resolver os problemas causados pela operação dos equipamentos militares.

Ao contrário de várias outras ciências, a Ergonomia tem uma data “oficial” de nascimento: 12 de julho de 1949. Neste dia, pela primeira vez, reuniu-se na Inglaterra, um grupo de cientistas e pesquisadores com o interesse em discutir e formalizar a existência deste novo ramo científico. Já no segundo encontro deste mesmo grupo, em 1950, foi proposto o termo Ergonomia (IIDA, 1997).

Os resultados desses esforços foram bastante aproveitados pelas indústrias no pós-guerra. Na Europa e nos Estados Unidos a ciência da Ergonomia cresceu rapidamente, onde na Inglaterra cunhou-se o termo Ergonomia e em 1949 foi fundada a primeira Sociedade de Pesquisa em Ergonomia. Após 12 anos foi fundada a *International Ergonomics Association* (IEA), ou Associação Internacional de Ergonomia (DUL E WEERDMEESTER, 2004).

Dul e Weerdmeester (2004), afirmam que nos Estados Unidos do pós-guerra, os profissionais da área registraram que as suas propostas eram recebidas frequentemente com ceticismo e dúvida, e eram geralmente ridicularizadas. Esse panorama mudou quando o Departamento de Defesa dos Estados Unidos começou a apoiar as pesquisas na área de Ergonomia. Foi nessa época que surgiu a conotação “militarista”, que de certa forma persiste até os dias atuais.

Segundo Dul e Weerdmeester (2004) o termo Ergonomia se derivou das palavras gregas *Ergon* (que significa trabalho) e *nomos* (que significa regras). Nos Estados Unidos, o termo *humanfactors* também é utilizado como sinônimo da Ergonomia. Em resumo, Dul e

Weerdmeester (2004) definem que a Ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquina, equipamentos, sistemas e tarefas com o intuito de melhorar a segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho.

Para Iida (1997) a Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Neste caso, o trabalho tem uma concepção bastante ampla, abrangendo não apenas máquinas e equipamentos, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e o seu trabalho.

Em uma definição mais concisa, a Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente, levando a aplicação de conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento (*ERGONOMICS RESEARCH SOCIETY*, apud IIDA, 1997).

Para Falzon (2007) a Ergonomia é a ciência que visa a compreensão das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o intuito de otimizar o bem-estar dos trabalhadores e o desempenho global dos sistemas.

Para Másculo e Mattos (2011), a Ergonomia é uma ciência humana aplicada que objetiva transformar a tecnologia para adaptá-la ao ser humano. As ciências biológicas, a psicologia e as ciências da engenharia convergiram para que a Ergonomia pudesse conceber produtos e sistemas dentro da capacidade física e intelectual do homem, de forma que o sistema homem-máquina fosse mais seguro, confiável e eficaz.

Dul e Weerdmeester (2004) afirmam que a Ergonomia analisa vários aspectos: a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos), relações entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas (tarefas adequadas, interessantes). A adequada junção destes fatores permite aos profissionais projetar ambientes mais seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana.

A Ergonomia tem como base de estudo diversas outras áreas científicas, como a antropometria, a biomecânica, a fisiologia, a psicologia, a toxicologia, a engenharia mecânica, o desenho industrial, a eletrônica a informática e a gerência industrial. A Ergonomia se diferencia das outras áreas pela sua interdisciplinaridade e natureza aplicada (DUL E WEERDMEESTER, 2004).

Para Iida (1997) a Ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho e também outros fatores importantes para o projeto dos sistemas de trabalho, sendo eles:

- Homem: características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador, influência do sexo, idade, treinamento e motivação;
- Máquina: entende-se por máquina todas as suas ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, abrangendo os equipamentos, as ferramentas, o mobiliário e as instalações;
- Ambiente: estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros;
- Informação: refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões;
- Organização: é a conjugação dos elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes;
- Consequências do trabalho: aqui entram mais questões de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e *stress*.

Falzon (2007) ainda afirma que a Ergonomia é uma ciência orientada para o sistema, que atualmente se aplica a todos os aspectos da atividade humana. Os ergonomistas que a praticam devem ter uma compreensão ampla do conjunto desta ciência, levando em consideração os aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais entre outros.

A Ergonomia se constituiu a partir do projeto de construir conhecimentos sobre o ser humano em atividade (FALZON, 2007).

Desta forma, Másculo e Mattos (2011) afirmam que a Ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao ser humano e também o comportamento humano no trabalho, com foco em:

- Seres humanos: características físicas, fisiológicas, cognitivas, psicológicas e sociais;
- Máquinas: equipamentos, ferramentas, mobiliários e instalações;
- Ambientes: temperatura, ruído, vibração, iluminação e aero dispersão;
- Organização do trabalho: jornada de trabalho, turno, pausa, monotonia e etc.

Várias situações de trabalho, e até algumas da própria vida cotidiana, são prejudiciais à saúde. As doenças do sistema musculoesquelético (principalmente dores nas costas) e aquelas psicológicas (*stress*, por exemplo) constituem as mais importantes causas de

absenteísmo nas empresas. Com isso, a Ergonomia pode contribuir para reduzir esses problemas (DUL E WEERDMEESTER, 2004).

Assim, antes do nascimento oficial da Ergonomia, após a Segunda Guerra Mundial, aqueles que se preocuparam em adaptar os meios de trabalho ao homem foram: os próprios usuários, os médicos e sanitaristas, os engenheiros e organizadores do trabalho e os pesquisadores (FALZON, 2007).

Para Falzon (2007) a especificidade da Ergonomia advém do conflito entre dois objetivos. De um lado, um objetivo focado nas organizações e o seu desempenho. Esse desempenho pode ser apreendido sob diferentes aspectos: eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade, durabilidade, etc. De outro, um objetivo focado nas pessoas, este também levando em consideração os seguintes fatores: segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse do trabalho, prazer, etc.

2.1.1. Antropometria

A antropometria refere-se ao estudo das dimensões do corpo humano. Todas as populações são compostas de indivíduos com estereótipos variados apresentando diferenças nas proporções de cada parte do corpo (MÁSCULO e MATTOS, 2011).

Para Iida (1997) a antropometria estuda as medidas físicas do corpo humano. Aparentemente seria uma tarefa fácil, porém não é tão simples quando se deseja obter medidas confiáveis de uma população que contém os mais variados tipos de indivíduos.

2.1.2. Sistema Homem-Máquina

Pinheiro e França (2006) definem o conceito do Sistema Homem-Máquina de uma maneira bastante simples: o sistema homem-máquina é a fusão das operações dos homens e dos equipamentos que interagem para realizarem as atividades desejadas. É a união das partes que formam um todo, unindo um ou mais elementos simultaneamente, interagindo o homem e a máquina para executarem uma determinada tarefa.

De acordo com McCormick (1980 apud MORAES e MONT'ALVÃO, 2009, p. 40), um sistema homem-máquina se define como uma combinação operatória de um ou mais homens com um ou mais componentes, que interagem para fornecer, a partir de elementos dados (*input*), certos resultados, levando em conta as limitações impostas por um ambiente dado.

Grandjean (1988 apud MORAES e MONT'ALVÃO, 2009, p. 41) afirma ainda que um sistema homem-máquina significa que o homem e a máquina têm uma relação de reciprocidade um com o outro.

Nos sistemas homem-máquina a interação do homem com a máquina é bastante enfatizada. A Ergonomia não estuda o homem nem a máquina isoladamente. Esta interação se dá através das comunicações entre o homem e a máquina e se expressa a partir das atividades da tarefa (MORAES e MONT'ALVÃO, 2009).

Com isso, Iida (1990 apud PINHEIRO e FRANÇA, 2006, p. 15) afirma que esse sistema homem-máquina é composto por cinco elementos:

- Fronteira: são os limites do sistema. É o limiar do sistema: pode ser constituída por paredes, por delimitações (pintura no piso, alambrados, vegetação, cerca viva, divisória, etc.) ou por uma linha imaginária.
- Subsistema: é cada parte do sistema como um todo. Toda produção é formada por um ou por vários subsistemas que formam um sistema.
- Entradas: são os produtos e os fatores de produção (matérias primas, insumos, pessoas, energia consumida, etc.) que entram na produção.
- Saídas: são os produtos e os fatores que saem do sistema.
- Processamento: é todo o processo de transformação dos produtos e fatores que entram no sistema até a saída do produto acabado.

Abaixo, a Figura 1 exemplifica os elementos de um sistema numa indústria.

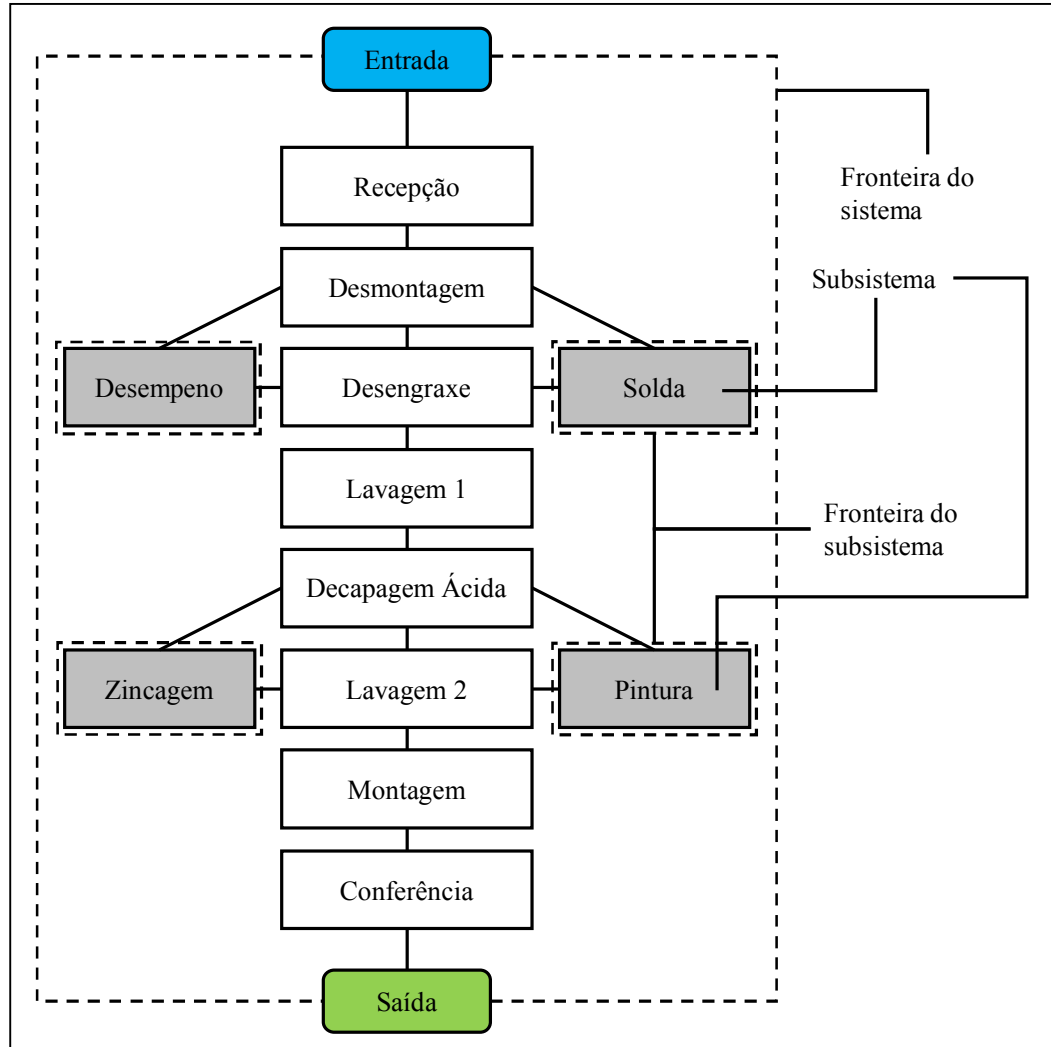


Figura 1 - Elementos do Sistema
FONTE: PINHEIRO e FRANÇA, 2006.

Pinheiro e França (2006) afirmam que para a tomada de decisões, o homem necessita das informações das máquinas, da situação do trabalho, do ambiente e das atividades e tarefas sobre o trabalho. Essas informações são captadas por meio dos órgãos sensoriais, como a visão, a audição, o tato e as juntas do corpo (senso cinestésico), onde são filtradas pelo sistema nervoso central, onde se tem uma ação que movimenta os membros sobre os dispositivos da máquina. Por sua vez, a máquina emite “informações” para o homem através de dispositivos próprios para este fim. Com isso, o homem as recebe pelos seus receptores sensoriais, que transmitem as informações ao sistema nervoso central. Imediatamente a decisão é tomada pelos movimentos musculares, gerando a “ação” do homem sobre a máquina através dos acionamentos e dos dispositivos de controle. Ocorre então a “resposta” da máquina no campo de trabalho, iniciando novamente este ciclo, caracterizando então a interface Homem-Máquina.

Abaixo, Pinheiro e França (2006) definem as etapas desta interação homem-máquina:

- Informação receptora: recebe as informações através dos olhos, ouvidos e da cinestesia (percepção dos movimentos musculares);
- Informação transmissora: envia as informações através do sistema nervoso até o cérebro e a medula espinhal;
- Informação processadora: processa as informações através do cérebro até a decisão;
- Ações: são os movimentos realizados envolvendo a atividade muscular, estrutural (esquelética) e corporal.

Um sistema Homem-Máquina com máxima eficiência é planejado para que o homem complete a máquina, e a máquina complete o homem, formando o binômio Homem-Máquina, um sistema eficiente de produção (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

2.1.3. Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

A área da Ergonomia é uma ciência experimental, cujas conclusões dependem das experiências realizadas com seres humanos. Realizar experimentos com humanos é mais complexo e delicado do que trabalhar com máquinas ou seres irracionais (IIDA, 1997).

Para Falzon (2007) as atividades têm um suporte biológico que expõe características diversas segundo os trabalhos avaliados desempenhando um papel mais ou menos crucial do ponto de vista da Ergonomia. Com isso, a Ergonomia se desenvolveu num período onde grande número de atividades tinha o componente muscular muito presente.

Para se obter um bom estudo ergonômico é necessário um planejamento, elaborando, com antecedência, um projeto de pesquisa. Para Iida (2005), esse projeto de pesquisa é uma antecipação da realidade, onde o ergonomista se propõe a atingir determinados objetivos e metas. Basicamente estabelece uma direção a se seguir, estabelecendo critérios para que os objetivos propostos possam ser alcançados com eficiência.

Diversos projetos são iniciados sem uma definição clara dos objetivos e também desconhecimento, por parte da equipe envolvida, desses objetivos. Iida (2005) aponta que é importante formular claramente o projeto com todo o detalhamento necessário e divulgá-los a todos os membros da equipe para que haja um entendimento geral.

Abaixo, Falzon (2007) lista alguns temas essenciais para o estudo ergonômico, que recorre a um dos campos da biologia humana e que estão na origem de categorias de intervenções importantes:

- Ergonomia das posturas de trabalho: está ligado a estudos antropométricos que são explorados no dimensionamento dos postos de trabalho e dos produtos;
- Ergonomia da atividade muscular: a fisiologia muscular e a biomecânica intervêm na alteração do arranjo físico dos postos de trabalho, objetivando tornar a atividade mais adaptada às características do funcionamento corporal, prevenindo distúrbios, sendo os mais comuns, os osteomusculares;
- Ergonomia dos ambientes: trata-se dos ambientes sonoros (ruídos), visuais, térmicos, de pressão (hipo e hiperbáricos, sem gravidade). A fisiologia traz a essa área uma contribuição muito importante, que leva, em diversas vezes, à definição de normas de conforto;
- Ergonomia de reabilitação: diferentes especialidades da biologia, como a biomecânica, a neurofisiologia, a fisiologia sensorial, etc., podem contribuir com eficácia as ações de redução, reabilitação e adequação do ambiente;
- Ergonomia de equipamentos de apoio ao trabalho: várias áreas das ciências biológicas contribuem para as pesquisas e ações ergonômicas na área da robótica, manipulação à distância, representação do espaço de trabalho, etc.;
- Ergonomia e avaliação do custo da atividade: são todas as tentativas de avaliar o componente energético da atividade, em especial com o objetivo de constituir critérios para testar as melhorias.

Para Pinheiro e França (2006), a AET visa humanizar o trabalho, evitar os acidentes e doenças do trabalho, melhorar a utilização dos recursos humanos e oferecer mais conforto, saúde, e satisfação ao trabalhador. Essa análise do trabalho abrange todos os aspectos da atividade, em todos os setores da empresa, gradualmente, nos quais as condições de trabalho não estejam de acordo com a NR-17.

Com o intuito de criar fundamentações para o estudo do trabalho, a AET busca soluções para problemas detectados, fazendo as análises qualitativas e quantitativas (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

Para Moraes e Mont'Alvão (2009), a Diagnose Ergonômica compreende vários tipos de análise: a macro ergonômica, a comportamental da tarefa, a ambiência da tarefa, além das

análises do perfil e voz dos operadores. Esta etapa acaba com o Diagnóstico Ergonômico, incluindo as recomendações ergonômicas.

Pinheiro e França (2006) ressaltam que a avaliação ergonômica do trabalho (AET) tem como objetivo modificar o sistema de trabalho. Com isso é necessário:

- Elaborar ergonomicamente os meios de produção;
- Prover conforto aos mobiliários, equipamentos, máquinas, ferramentas, ambientes, arranjos físicos, iluminação e ventilação;
- Projetar com medidas preventivas o ambiente físico, químico e biológico, levando em consideração fatores como ruídos, vibrações, temperaturas extremas, iluminação, emissão de poeiras, de gases, de fuligens e de substâncias químicas;
- Propor métodos de trabalho utilizando menos esforço e movimentos repetitivos, introduzindo pausas no trabalho e organizando os períodos de trabalho visando a redução da fadiga no trabalho.

Ackoff (1974 apud MORAES e MONT'ALVÃO, 2009, p. 125) destaca que uma solução bem sucedida para qualquer tipo de problema somente é possível se achar a solução certa para o problema certo. É mais frequente errar na solução do problema errado do que errar porque se adotou uma solução errada para o problema certo.

Portanto, não definir o problema é como andar às cegas, no escuro. A maneira pela qual se idealiza o problema é que possibilita decidir o que se deve considerar ou desprezar, que elementos selecionar ou rejeitar e qual o critério para a relevância ou não da hipótese e da estruturação dos conceitos (KING apud MORAES e MONT'ALVÃO, 2009).

Iida (2005) diz que a AET é uma ferramenta que tem como objetivo aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho. Esta AET se divide em cinco etapas: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações, sendo que as três primeiras fazem parte da fase de análise, permitindo realizar o diagnóstico para formular as recomendações ergonômicas

A Análise da Demanda é a descrição de um problema ou de uma situação problemática que justifica a necessidade de uma ação ergonômica. Nesta etapa procura-se entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados (IIDA, 2005).

A Análise da Tarefa é um conjunto de objetivos prescritos, onde os trabalhadores devem cumprir. Corresponde a um planejamento do trabalho podendo estar contida em documentos formais, como por exemplo, as descrições de cargos (DC). Nesta etapa, analisam-se as divergências entre o que está escrito e o que realmente é executado (IIDA, 2005).

Na Análise da Atividade, estuda-se o comportamento do trabalhador na realização de determinadas tarefas, ou seja, a maneira de como o trabalhador procede para alcançar os objetivos que lhe foram atribuídos. As atividades são influenciadas por fatores internos e externos. Os internos localizam-se no próprio trabalhador e são caracterizados pela sua formação, experiência, sexo, idade entre outros como disposição, motivação, vigilância, sono e fadiga. Os fatores externos referem-se às condições em que a atividade é executada. Classificam-se em: conteúdo do trabalho (objetivos, regras e normas); organização do trabalho (formação das equipes, turnos e horários de trabalho); e meios técnicos (máquinas, equipamentos, arranjo, dimensionamento do posto de trabalho, iluminamento e ambiente térmico) (IIDA, 2005).

Na etapa de Formulação do Diagnóstico procura-se descobrir as causas que provocam o problema descrito na análise da demanda. Refere-se a fatores diversos, relacionados ao trabalho e à empresa, que influem na atividade, por exemplo, a elevação dos índices de absenteísmo provocado por gases tóxicos que causam doenças respiratórias ou a alta rotatividade devida a elevada carga de estresse no ambiente de trabalho (IIDA, 2005).

As Recomendações Ergonômicas são as providências que deverão ser adotadas após as análises dos problemas. Essas recomendações devem claramente especificadas, descrevendo as etapas necessárias para a implantação das melhorias. Caso necessário, deve-se utilizar de figuras para melhor detalhamento dessas melhorias. Deve-se também especificar as responsabilidades para as implementações das melhorias (IIDA, 2005).

Para Wachowicz (2007), uma análise ergonômica abrange diversos fatores, independente da modalidade em questão, onde o ergonomista não pode esquecer-se de considerar todos eles. Abaixo o Quadro X mostra as variáveis que Iida (2005) elencou serem mais utilizadas nos estudos ergonômicos.

Homem	Máquina	Ambiente	Sistema
<p>Antropometria e biomecânica Dimensões do corpo Alcance dos movimentos Forças musculares</p> <p>Índices fisiológicos Consumo de oxigênio Temperatura corporal Ritmo cardíaco Retorno venoso Resistência ôhmica da pele Composição do sangue Quantidade de suor Eletromiografia Controle motor Dinamometria</p> <p>Percepções e cognição Visão Audição Cinestesia Tato Aceleração Posições do corpo Esforço Processamento Decisões</p> <p>Desempenho Tempo Erros Acertos Velocidade Precisão</p> <p>Acidentes Quase-acidente Frequência Gravidade</p> <p>Variáveis clínicas Consultas médicas Dores Afastamento</p> <p>Subjetivos Conforto Segurança Estresse Fadiga</p>	<p>Nível tecnológico Processamento Realimentação Decisões</p> <p>Dimensões Volumes Formas Distancias Pesos Ângulos Áreas</p> <p>Displays Visuais: Diais Indicadores Contadores Luzes Auditivos: Fala Ruídos Táteis: Estático Dinâmico Controles Manuais Pedais Tronco Compatibilidade</p> <p>Arranjos Posições de: Displays Controles</p> <p>Ferramentas manuais Formas Materiais Texturas</p>	<p>Físico Temperatura Umidade do ar Velocidade do vento Iluminamento Ruídos Vibrações Acelerações</p> <p>Psicossocial Monotonia Motivação Liderança</p> <p>Organização do trabalho Horários Turnos Treinamento Supervisão Distribuição de tarefas Grupo</p>	<p>Subsistemas Interações</p> <p>Postos de trabalho Postura Movimentos Informações</p> <p>Produção Quantidade Qualidade Produtividade Regularidade</p> <p>Confiabilidade Frequência de erros Tempo de funcionamento Regularidade</p>

Quadro 1 - Variáveis frequentemente utilizadas em pesquisas na área de ergonomia
FONTE: IIDA, 2005.

2.2. Postura

Para Dul e Weerdmeester (2004) a postura é frequentemente determinada pela natureza da tarefa ou do posto de trabalho. As posturas prolongadas podem ser geralmente muito prejudiciais aos músculos e articulações.

Durante uma jornada de trabalho, um trabalhador pode assumir diversas posturas diferentes. Cada tipo de postura aciona um conjunto de músculos diferentes. Em muitas ocasiões, no acionamento de máquinas, pode haver diversas mudanças de postura. Porém, uma simples observação visual não é suficiente para analisar detalhadamente a situação, sendo necessária a aplicação de métodos especiais para registro e análise dessas posturas (IIDA, 2005).

Na Figura 2, Dul e Weerdmeester (2004) demonstram um método para selecionar uma postura básica adequada.

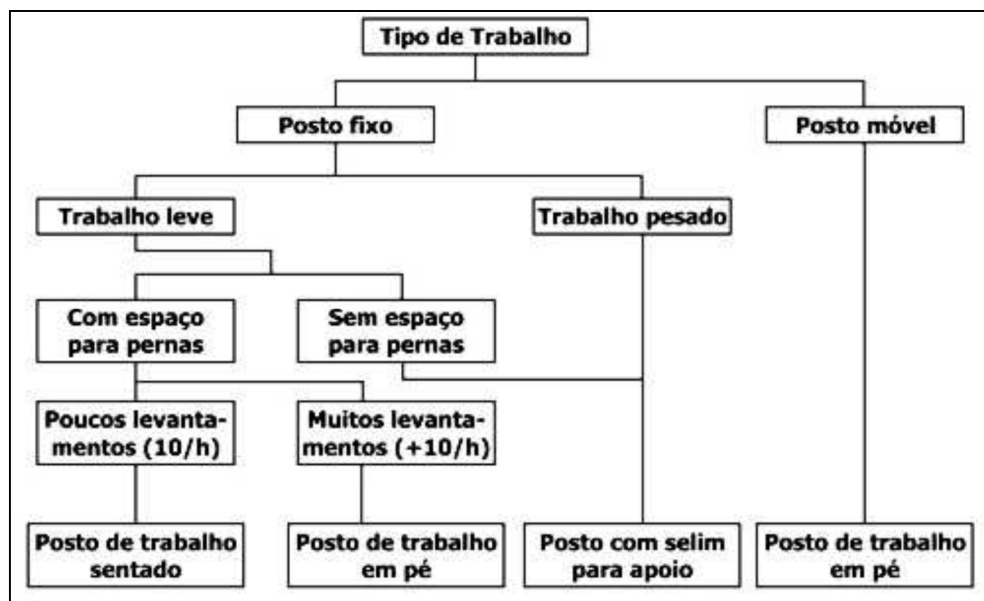


Figura 2 - Roteiro para Selecionar a Postura Básica
 FONTE: DUL e WEERDMEESTER, 2004.

Iida (2005) afirma que uma boa postura é importante para a realização do trabalho sem desconforto e estresse. Muitas vezes, o trabalhador assume posturas inadequadas devido a erros nos projetos de máquinas, equipamentos, postos de trabalho e também das exigências das tarefas. Existem três principais situações em que a má postura pode produzir consequências danosas:

- Trabalhos estáticos que envolvem uma postura parada por longos períodos;
- Trabalhos que demandam muita força;

- Trabalhos que exigem posturas desfavoráveis, como o tronco inclinado e torcido.

Rio e Pires (2001) elencam quatro posturas gerais básicas: em pé (parado ou andando), sentado, de cócoras e deitado. Cada uma destas posições apresenta variações em função do posicionamento diverso do corpo como um todo, ou de partes específicas dele. Para o conhecimento das posturas é importante também conhecer as regiões do corpo humano.

Já Pinheiro e França (2006) afirmam que o corpo pode assumir três posições diferentes quando em repouso ou em atividade: a posição deitada, a posição sentada e a posição de pé.

Na posição deitada não há concentração de tensão em nenhuma parte do corpo. Esta postura é a mais recomendada para a recuperação da fadiga (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

Na posição sentada, os músculos do dorso e do ventre são acionados e, portanto, quase todo o peso do corpo pressiona a pele que cobre o osso ísquio, localizado nas nádegas. Nesta posição, para se retardar a fadiga, são necessárias frequentes mudanças de postura (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

A posição de pé é a mais fatigante dentre as três citadas por Pinheiro e França (2006), pois exige muito trabalho estático da musculatura envolvida. O coração tem muita dificuldade em bombear o sangue até os extremos do corpo. Na execução de trabalhos dinâmicos em pé, geralmente os trabalhadores apresentam menores chances de se fadigar do que os trabalhadores que executam tarefas estáticas nesta posição.

Para Iida (2005) a posição de pé apresenta vantagem de proporcionar uma boa mobilidade do corpo, onde braços e pernas podem ser utilizados para alcançar controles de máquinas. Outra vantagem são as distâncias que o trabalhador pode alcançar. Além desses fatores, esta posição facilita o uso de ferramentas manuais. Porém o autor afirma que esta postura é altamente fatigante, pois exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter a posição, isso devido ao corpo não ficar totalmente estático, mas sim oscilando, exigindo frequentes reposicionamentos.

Segundo Dul e Weerdmeester (2004) a posição de pé é recomendada para casos em que se requer frequentes deslocamentos no local de trabalho ou quando há a necessidade de se aplicar grandes forças. Porém não se recomenda esta posição o dia todo, pois provoca fadiga nas costas e pernas. Somando-se a estes fatores, quando o tronco fica inclinado pode provocar dores no pescoço e nas costas. E mais adiante, trabalhar nesta posição e com os braços para cima, sem apoio, provoca dores nos ombros.

Para tarefas realizadas na posição de pé, a altura da superfície depende do tipo de atividade, das dimensões corporais do trabalhador e das preferências individuais. Dul e

Weerdmeester (2004) listam algumas recomendações (ver Quadro 2 abaixo) para as alturas das mãos e olhos na postura de pé. A altura das superfícies de trabalho deve ser ajustável, entre 54 e 79 cm, com uma faixa de 25 cm para acomodar as diferenças individuais dos trabalhadores. Os autores ainda recomendam que se a altura da superfície não for ajustável, é melhor dimensioná-la para o usuário com maior estatura.

Tipo de Tarefa	Altura da Superfície de Trabalho
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: pouco	10 a 30 cm abaixo da altura dos olhos
Uso dos olhos: muito Uso das mãos e braços: muito	0 a 15 cm acima da altura do cotovelo
Uso dos olhos: pouco Uso das mãos e braços: muito	0 a 30 cm abaixo da altura do cotovelo

Quadro 2 - Recomendações para as alturas das mãos e dos olhos nas posturas sentada ou em pé
FONTE: DUL e WEERDMEESTER, 2004.

Um espaço suficiente de ser mantido livre sob a bancada ou máquina com o intuito de acomodar as pernas e pés dos trabalhadores. A Figura 3 ilustra estas recomendações propostas Dul e Weerdmeester (2004).

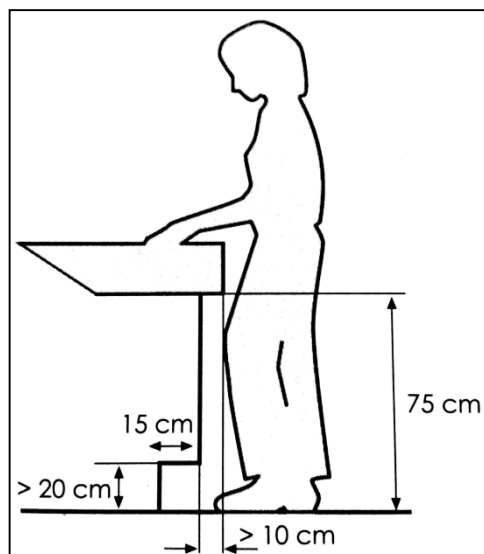


Figura 3 - Espaço mínimo para as pernas e pés na postura de pé
FONTE: DUL e WEERDMEESTER, 2004.

Para Rio e Pires (2001) a grande maioria das tarefas é realizada na posição sentada. Do ponto de vista ergonômico, destacam-se os seguintes aspectos biomecânicos:

- A postura sentada, por melhor que seja, impõe ao trabalhador uma carga biomecânica significativa sobre os discos intervertebrais, principalmente na região lombar.

- Quando o trabalho nesta posição deixa pouca margem para movimentações, ocorre a carga estática em certos segmentos corporais que, por menos intensa que seja se for muito prolongada e associada à inércia musculoligamentar pode provocar fadiga.

A posição sentada pode apresentar ainda uma vantagem de liberar as pernas para atividades produtivas, permitindo grande mobilidade a esses membros. Proporciona também um ponto de referência relativamente fixo. Esta posição facilita trabalhos delicados com os dedos (IIDA, 2005).

Tarefas que exigem um longo período sentado devem ser alternadas com outras atividades que permitam ao trabalhador ficar de pé (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

Alguns postos de trabalho permitem alternar estas duas posições, utilizando assentos mais altos e com apoio dos pés, como demonstra a Figura 4.

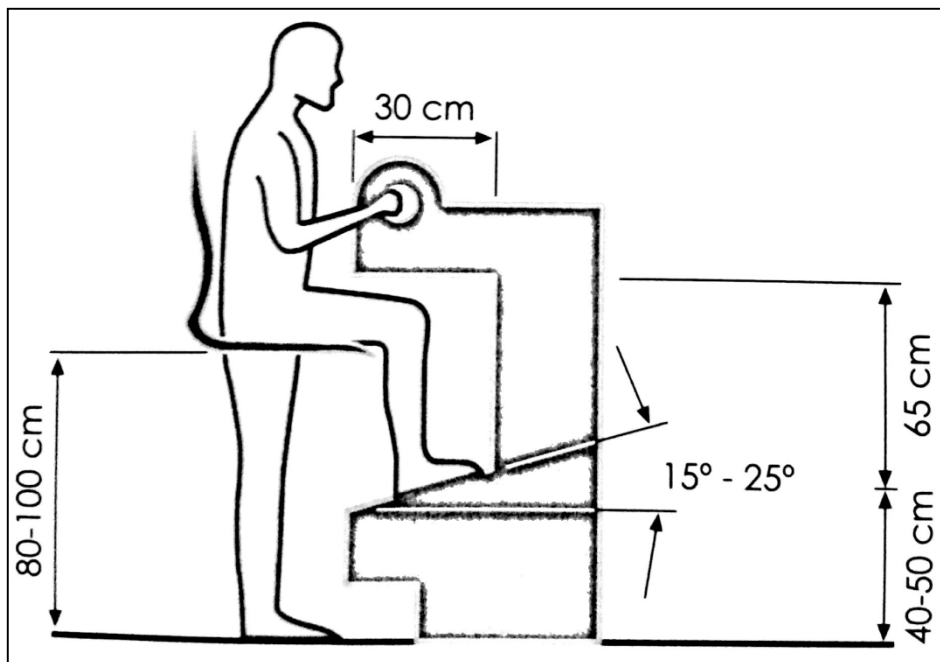


Figura 4 - Posto de trabalho que permite a postura sentada ou em pé alternadamente
FONTE: DUL e WEERDMEESTER, 2004.

Em relação à posição da cabeça, Iida (2005) ressalta que, em muitas vezes, se faz necessária a inclinação da cabeça para frente para se obter uma melhor visão, como nos casos de pequenas montagens, inspeções de peças com pequenos defeitos ou leitura difícil. Essas necessidades ocorrem geralmente quando o assento tem uma altura elevada, a superfície de trabalho é muito baixa, a cadeira está longe de onde se desenvolve a atividade dificultando as fixações visuais e quando há necessidades específicas, como por exemplo, as atividades que utilizam microscópios. Essa postura pode provocar rápida fadiga dos músculos do pescoço e

dos ombros, devido, principalmente, ao momento provocado pela cabeça, que tem um peso relativamente elevado, de 4 a 5 kg. A Figura 5 abaixo demonstra que uma inclinação de 10° pode reduzir a inclinação do tronco em 9° , melhorando a postura.

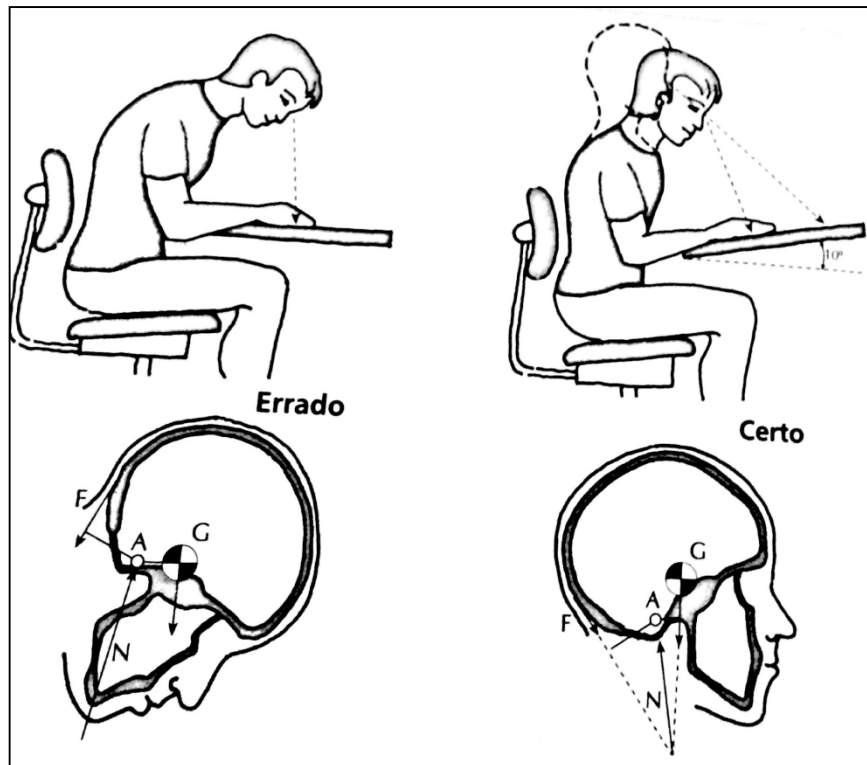


Figura 5 - Ângulo do tronco no plano sagital
 FONTE: IIDA, 2004.

Para a identificação das áreas que apresentam sintomas dolorosos, Corlett e Manenica (1980 apud IIDA, 2005) criaram um diagrama que facilitou a localização das áreas em que os trabalhadores mais sentiam dores. Ao final da jornada de trabalho, os trabalhadores são entrevistados e solicitados que mostrem, de acordo com a Figura 6, onde sentem mais dor.

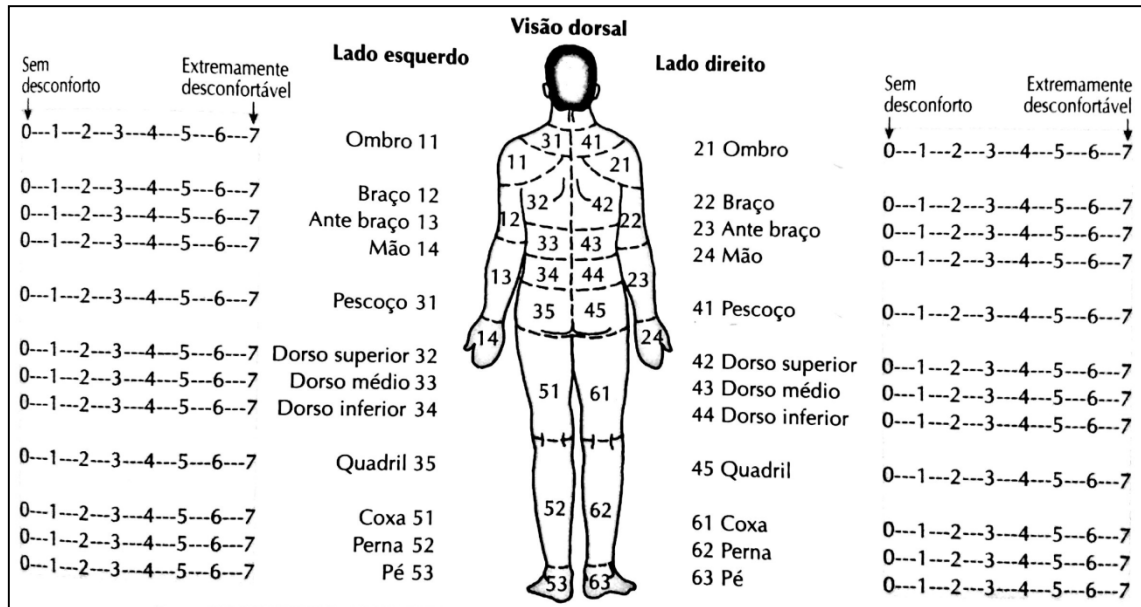


Figura 6 - Diagrama de áreas dolorosas

FONTE: CORLETT e MANENICA (1980 apud IIDA, 2005).

A seguir, pede-se ao trabalhador que avalie o grau de desconforto que ele sente em cada um dos segmentos indicados no diagrama. O diagrama mostra 8 níveis de desconforto, que varia de zero (sem desconforto) até sete (extremamente desconfortável), marcados linearmente da esquerda para a direita (IIDA, 2005).

Iida (2005) ressalta que a principal vantagem deste diagrama é o seu fácil entendimento entre os trabalhadores. Também pode ser distribuído em grande quantidade juntamente com outras instruções de preenchimento. Este método serve para se fazer um mapeamento geral, podendo assim o analisador identificar máquinas, equipamentos e postos de trabalho que apresentam maiores desvios (acima do 3º nível), dirigindo esforços para os pontos prioritários atingindo resultados mais objetivos.

Para cada tipo de tarefa existe uma postura que pode ser considerada a mais adequada. Por vezes, projetos inadequados de máquinas, assentos ou bancadas de trabalho obrigam o trabalhador a adotar posturas inadequadas. Se estas posturas forem mantidas por longos períodos, podem provocar fortes dores localizadas. Com isso, Iida (2005) listou algumas posturas inadequadas e as possíveis dores que o trabalhador pode sentir:

Postura Inadequada	Risco de Dores
Em pé	Pés e pernas (varizes)
Sentado sem encosto	Músculos extensores do corpo
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelhos e pés
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços esticados	Ombros e braços
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraço
Punhos em posições não-neutras	Punhos
Rotações do corpo	Coluna vertebral
Ângulo inadequado assento/encosto	Músculos dorsais
Superfícies de trabalho muito baixas ou muito altas	Coluna vertebral, cintura escapular

Quadro 3 - Localização das Dores no Corpo Provocadas por Posturas Inadequadas
FONTE: IIDA, 2005.

Um registro prático de registro das posturas, chamado *OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System)* foi desenvolvido por pesquisadores finlandeses realizando análises fotográficas das principais posturas encontradas tipicamente na indústria pesada. Nessas análises, encontraram 72 posições típicas que resultaram em diferentes combinações de posição do dorso, braços e pernas. A Figura 7 descreve as posturas apresentadas no método *OWAS* (IIDA, 2005).



















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

Figura 7 - Sistema OWAS para o registro da postura
FONTE: IIDA, 2005.

Neste método, cada postura é descrita por um código de seis dígitos, representando as posições do dorso, braços, pernas e carga. Os dois últimos dígitos representam o local onde a postura foi observada. O exemplo da Figura 7 mostra a posição 2151RF, onde:

- 2: dorso inclinado;
- 1: dois braços inclinados para baixo;
- 5: uma perna ajoelhada;
- 1: carga ou força até 10 kg;
- RF: local (exemplo: Remoção Fungos).

Com base nas avaliações, Iida (2005) afirma que as posturas são classificadas nas seguintes classes:

- 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 porcentagem da jornada de trabalho, ou da combinação de quatro variáveis, conforme os Quadros 4 e 5, respectivamente (IIDA, 2005).

DURAÇÃO MÁXIMA (% da jornada de trabalho)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
DORSO	1. Dorso reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Dorso inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dorso reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4. Inclinado e torcido	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAÇOS	1. Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PERNAS	1. Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2. Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3. Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4. Uma perna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5. Uma perna ajoelhada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6. Deslocamento com as pernas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7. Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Quadro 4 - Classificação das posturas de acordo com a duração das posturas
FONTE: IIDA, 2005.

DORSO	BRAÇOS	1			2			3			4			5			6			7			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	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	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	2	3	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4

Quadro 5 - Classificação das posturas pela combinação das variáveis
FONTE: IIDA, 2005.

Iida (2005) afirma que quando os braços ficam na posição elevada, acima dos ombros, os músculos dos ombros e do bíceps fatigam-se muito rápido, podendo aparecer, por exemplo, aparecer dores provenientes de uma tendinite dos bíceps, principalmente nos trabalhadores mais idosos, que tem uma mobilidade mais comprometida.

Abaixo na Figura 8, Chaffin (1973 apud Iida, 2005) apresenta os tempos máximos em que uma carga pode ser sustentada em três diferentes alturas, na posição sentada.

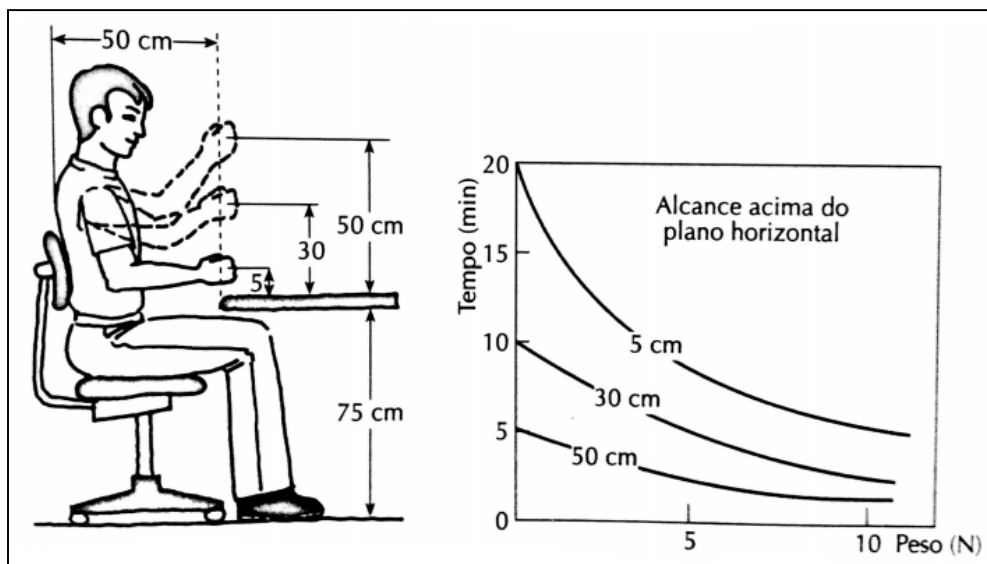


Figura 8 - Tempos médios para aparecimentos das dores nos ombros, em função do alcance vertical dos braços
FONTE: CHAFFIN (1973 apud IIDA, 2005).

Para Chaffin (1973 apud Iida, 2005) o alcance horizontal, com uma carga nas mãos, provoca uma solicitação maior dos músculos do ombro do trabalhador para contrabalançar o momento criado pela carga. Isso ocorre devido à distância relativamente grande dessa carga em relação ao ombro do trabalhador. Com o braço estendido a uma distância de 50 cm para frente, o tempo máximo que se pode suportar uma carga de apenas 5 N é de 5 minutos e, se a carga for de 10 N, esse tempo cai para 2,5 minutos. Acima destes limites, começam a aparecer dores nos ombros e braços. Se um apoio para o cotovelo for utilizado para reduzir a solicitação sobre os músculos dos ombros, esses tempos podem ser triplicados.

Tanto o alcance vertical como o horizontal mostram que os braços têm pouca resistência para manter cargas estáticas. Esses tempos não devem ultrapassar mais do que 1 ou 2 minutos. Nos projetos dos postos de trabalho deve-se evitar que o trabalhador permaneça segurando uma carga estática com os braços. Na medida do possível, devem-se utilizar ferramentas e equipamentos para fixar e manter a carga estática enquanto se desenvolve a tarefa, ou a carga deve ser aliviada. A Figura 9 demonstra os tempos médios para aparecimentos de dores nos ombros (IIDA, 2005).

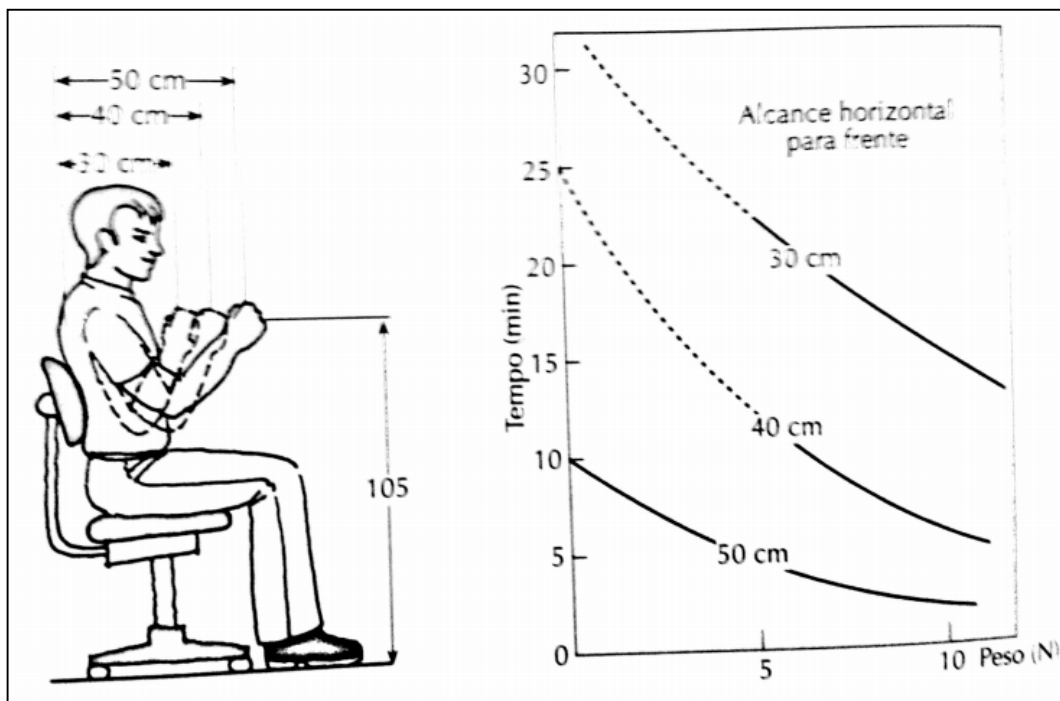


Figura 9 - Tempos médios para aparecimento de dores nos ombros em função da distância horizontal dos braços
FONTE: CHAFFIN (1973 apud IIDA, 2005).

A força das pernas pode variar consideravelmente em função da posição relativa assento/pedal. A força máxima pode chegar a 200 kg com a perna horizontal e o assento

situando-se no mesmo nível do pedal. À medida que o assento vai subindo, aumentando-se o desnível assento/pedal, essa força tende a diminuir, até 90 kg, quando o ângulo coxa-perna chegar a 90° (IIDA, 2005).

2.3. Movimentação e Levantamento de Cargas

Diversas tarefas exigem do corpo diferentes tipos de movimento, exigindo também a aplicação de força. Tais movimentos podem provocar tensões mecânicas localizadas. Com o tempo, podem causar dores. Esses movimentos podem também exigir uma quantidade de energia grande, provocando uma sobrecarga dos músculos, coração e pulmões (DUL e WEERDMEESTER, 2004).

Segundo a NR-17, Transporte manual de cargas designa todo transporte no qual o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga.

Para Iida (2005) os movimentos dos trabalhadores resultam em contrações musculares. As forças desses movimentos dependem da quantidade de fibras musculares contraídas.

Segundo Pinheiro e França (2006) os músculos têm a capacidade de transformar a energia depositada no corpo em contrações e movimentos, onde são responsáveis por todos os movimentos do corpo.

Em movimentos com mais complexidade como tração e rotação simultâneas, há contrações e relaxamentos coordenados de vários músculos do corpo (IIDA, 2005).

Os músculos funcionam como alavancas facilitando o movimento do corpo. Existem dois estados possíveis para os músculos: ou estão tensionados ou estão relaxados (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

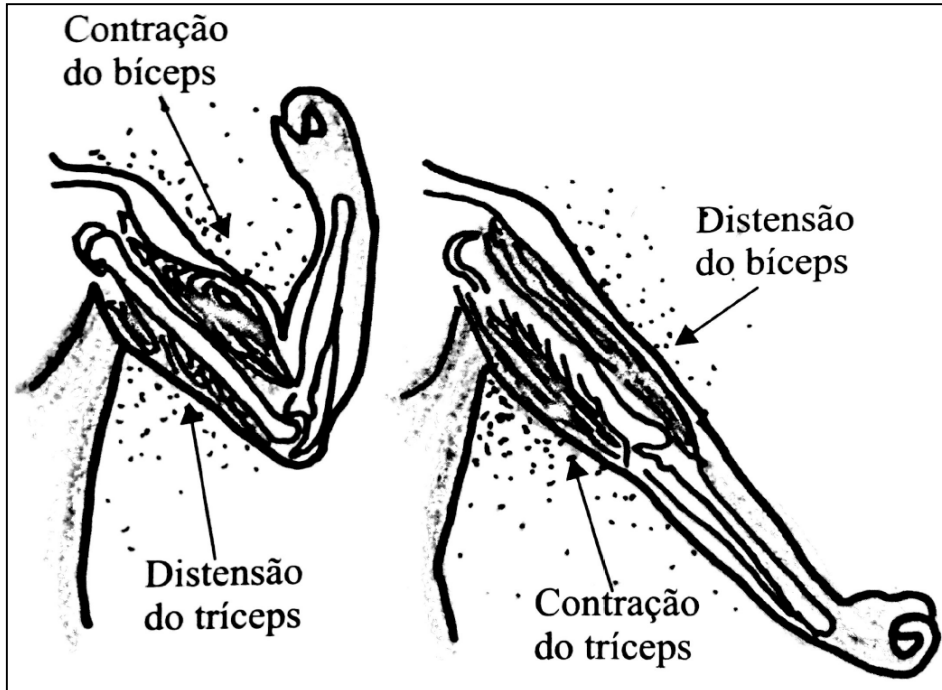


Figura 10 - Alavancas (músculos)
 FONTE: IIDA (1990 apud PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

Pinheiro e França (2006) dizem que o corpo humano executa três tipos de alavanca:

- Alavanca interfixa: transmite velocidade com pouca força, situando-se o apoio entre a força e a resistência;
- Alavanca interpotente: é a mais comum. A força se encontra entre o ponto de apoio e a resistência. Facilita a movimentação rápida e ampla, porém perde força;
- Alavanca inter-resistente: compromete a velocidade, mas ganha força. A resistência está entre o ponto de apoio e a força.

A Figura 11 demonstra os tipos de alavancas.

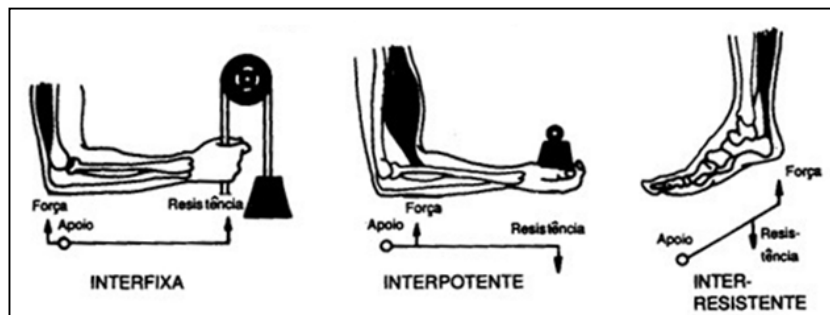


Figura 11 - Tipos de alavancas (músculos)
 FONTE: IIDA (1990 apud PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

Para determinado movimento ser realizado, várias combinações de contrações musculares podem ser utilizadas, onde cada uma delas tem velocidade, precisão e

movimentação diferentes. Conforme a combinação de músculos que são usados no movimento, este por sua vez pode apresentar características e gastos de energia diferenciados. Um exemplo prático, onde um operador experiente fatiga-se menos devido ao fato de que aprende a usar uma combinação mais eficiente em cada caso, economizando energia (IIDA, 2005).

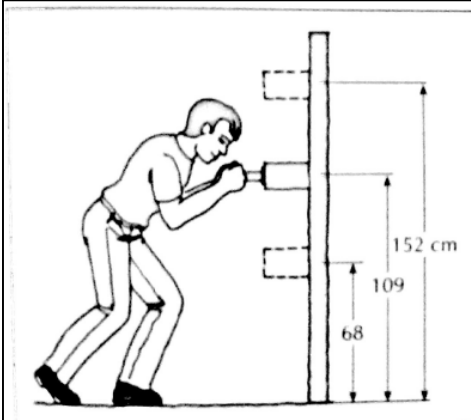
Iida (2005) lista quatro fatores que influenciam as características dos movimentos, sendo eles:

- Precisão: movimentos que demandam maior precisão são realizados com as pontas dos dedos. Ao envolver sucessivamente os movimentos do punho, cotovelo e ombros, aumenta-se a força, porém perde-se a precisão. Há uma progressiva perda de precisão com a fadiga dos dedos;
- Ritmo: as acelerações bruscas ou as rápidas mudanças de direção são muito fatigantes, pois exigem maiores contrações musculares. Por sua vez, esses movimentos devem ser suaves, curvos e rítmicos, evitando-se a fadiga;
- Movimentos retos: sendo constituído por alavancas que se movimentam em torno das articulações, o corpo humano tem uma tendência natural para executar movimentos curvilíneos. Assim sendo, os movimentos retilíneos têm um grau de dificuldade mais elevado de se realizar e também são mais imprecisos, pois exigem uma complexa integração dos movimentos de várias articulações;
- Terminações: movimentos que exigem posições precisas, com um acompanhamento visual, são complexos e demorados. Sempre que possível esses movimentos devem ser terminados com um posicionamento mecânico, como no caso da mão batendo contra um anteparo, ou controles que possuam posições discretas, como alavancas de câmbio.

Sobre a capacidade de empurrar e puxar, Iida (2005) diz que a capacidade para empurrar e puxar depende de diversos fatores como a postura, as dimensões antropométricas, o sexo, atrito entre o calçado e o piso entre diversos outros. Geralmente, as forças máximas para empurrar e puxar para homens são maiores, oscila entre 200 a 300 N (Newtons), já para as mulheres giram em torno de 40 a 60% desta capacidade. Usando-se o peso do corpo e a força gerada pelos ombros para realizar o movimento de empurrar, consegue-se até uma força de 500 N.

Iida (2005) retrata, na Figura 12, o dinamômetro construído por Chaffin, Andres e Carg (1983) para medir as forças máximas de empurrar e puxar na posição horizontal, em três

alturas diferentes, 68, 109 e 152 cm do solo. Participaram do estudo estudantes de 21 a 23 anos.



Força (N)		Mulheres				Homens			
		Empurrar		Puxar		Empurrar		Puxar	
		Máx.	D.P.	Máx.	D.P.	Máx.	D.P.	Máx.	D.P.
Altura da pega (cm)	152	150	48	143	34	284	83	174	14
	109	176	68	171	33	342	98	258	26
	68	158	61	179	73	399	95	376	73
Média		161	58	164	51	342	101	269	95

D.P. = desvio-padrão

Figura 12 - Forças máximas (em Newtons) para empurrar e puxar, na posição em pé
 FONTE: CHAFFIN, ANDRES e CARG (1983 apud IIDA, 2005).

Vieira (2011) afirma que o levantamento de cargas são o principal fator causador das lombalgias nos trabalhadores. Essas lombalgias podem ter como fonte o esforço ou como um resultado de esforços repetitivos. Outros fatores também podem influenciar no surgimento destes distúrbios como puxar cargas, posturas inadequadas/forçadas ou vibrações.

Em 1981, o *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* desenvolveu uma equação com o intuito de avaliar a manipulação de cargas nos postos de trabalho. O objetivo era a criação de uma ferramenta para poder identificar os riscos de lombalgias associados à carga física a que estava submetido o trabalhador e recomendar um limite de peso adequado para cada tarefa em questão. Em 1991 essa equação foi revista onde foram inseridos novos fatores, além disso, foram discutidas também as limitações da equação e a utilização de um índice para a identificação dos riscos (VIEIRA, 2011).

Na época, Vieira (2001) afirma que a equação foi elaborada levando em consideração 3 (três) critérios:

- Biomecânico: que limita o estresse na região lombo-sacro, considerado o mais importante em levantamentos poucos frequentes que, porém, requerem grande esforço;
- Fisiológico: que limita o estresse metabólico e a fadiga associada a tarefas repetitivas;
- Psicofísico: que limita a carga baseando-se na percepção que o trabalhador tem da sua própria capacidade.

Abaixo, o Quadro 6 mostra os componentes da equação NIOSH para o levantamento de cargas:

LPR: LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM
LC = constante de carga
HM = fator de distância horizontal
VM = fator de altura
DM = fator de deslocamento vertical
AM = fator de assimetria
FM = fator de frequência
CM = fator de pega

Quadro 6 - Equação NIOSH revisada (1994)
FONTE: NIOSH (1994 apud VIEIRA, 2011).

De acordo com Vieira (2011), com a última revisão, a equação NIOSH determina o Limite de Peso Recomendado (LPR), definindo assim, a partir do quociente de sete fatores (Quadro 6), o índice de risco associado ao levantamento, dado pela equação 1.

$$\text{Índice de Levantamento} = \frac{\text{Carga Levantada}}{\text{Limite de Peso Recomendado}} \quad (1)$$

Segundo Vieira (2011), podem ser consideradas 3 (três) zonas de risco segundo os valores do IL (Índice de Levantamento):

Risco	Descrição do Risco
Risco Limitado	A maioria dos trabalhadores que realizam este tipo de tarefa não deveria ter problemas. IL < 1.
Aumento Moderado do Risco	Alguns trabalhadores podem adoecer ou sofrer lesões se realizarem essas tarefas. As tarefas deste tipo devem ser modificadas ou atribuídas apenas a trabalhadores selecionados que serão submetidos a controle. 1 < IL > 3.
Aumento Elevado do Risco	Este tipo de tarefa é inaceitável do ponto de vista ergonômico e deve ser modificada. IL > 3

Quadro 7 - Identificação do risco pelo Índice de Levantamento (IL)
FONTE: VIEIRA, 2011 (adaptado).

Vieira (2011) afirma que a localização-padrão é uma referência no espaço tridimensional onde se avalia a postura de levantamento. Com isso, obtém-se as seguintes

distâncias ideais para levantamento de cargas: distância vertical da pega da carga ao solo de 75 cm e distância horizontal da pega ao ponto médio entre os tornozelos de 25 cm.

A Figura 13 demonstra o posicionamento ideal para o levantamento das cargas.

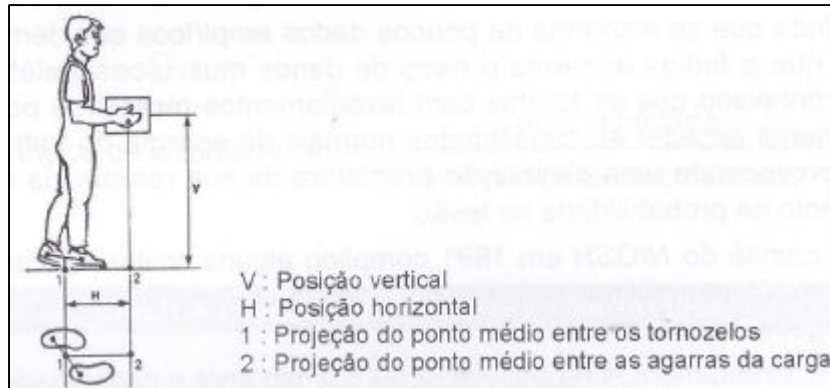


Figura 13 - Localização-padrão de levantamento
FONTE: VIEIRA, 2011.

No Quadro 8, Vieira (2011) descreve como obter as variáveis da equação NIOSH para a determinação do LPR.

Variável	Obtenção dos Coeficientes da Equação
Constante de Carga LC (Load Constant)	É o peso máximo recomendado para um levantamento desde que a localização-padrão esteja em condições ótimas, em posição sagital (sem torções do dorso nem posturas assimétricas), fazendo um levantamento ocasional com uma boa pega da carga e levantando a carga a menos de 25 cm. Esse valor é fixado em 23 kg.
Fator de Distância Horizontal HM (Horizontal Multiplier)	Se define como a distância horizontal entre a projeção sobre o solo do ponto médio entre as pegadas da carga e a projeção do ponto médio entre os tornozelos (H). Para determinar o HM, utiliza-se a seguinte equação: $HM = 25 / H$ Considera-se que se a carga é levantada junto ao corpo ou a menos de 25 cm do mesmo toma-se $HM = 1$, se $H > 63$ cm considera-se $HM = 0$ levando ao $LPR = 0$.
Fator de Altura VM (Vertical Multiplier)	Este fator será igual a 1 quando a carga estiver a 75 cm do solo e diminuirá a medida que nos distanciemos deste valor. Para determinar este fator, utiliza-se a seguinte equação: $VM = [1 - 0,003 (V - 75)]$ Onde V é a distância vertical entre o ponto de pega e o solo. Se $V > 175$ cm toma-se $VM = 0$.
Fator de Deslocamento Vertical DM (Distance Multiplier)	É a distância entre a altura inicial e final da carga. Para a determinação deste fator, utiliza-se as seguintes equações: $DM = [0,82 + (4,5 / D)]$ $D = V1 - V2$ Onde: – V1: altura da carga em relação ao solo na origem do movimento. – V2: altura final da carga em relação ao solo. Quando $D < 25$ cm, mantém-se $DM = 1$, este valor irá diminuindo à medida que aumenta a distância de deslocamento cujo valor máximo aceitável é 175 cm.
Fator de Assimetria AM (Asymmetric Multiplier)	Considera-se como assimétrico um movimento que começa ou termina fora do plano médio-sagital. O ângulo de giro (A) deverá ser medido na origem do movimento. Para determinar o fator, utiliza-se a seguinte equação: $AM = 1 - (0,0032A)$ Se o $A > 135^\circ$, tem-se $AM = 0$.
Fator de Frequência FM	Este fator é definido pelo número de levantamento por minuto, pela duração da tarefa de levantamento e pela altura dos mesmos. O número médio de levantamentos por minuto deve

<i>(Frequency Multiplier)</i>	ser calculado em um período de 15 minutos e naqueles trabalhos em que a frequência de levantamento varia de uma tarefa a outra, ou de uma sessão a outra, deve ser estudado caso a caso. Para determinar o fator utiliza-se a Figura 14, onde V é a altura vertical (em centímetros).
Fator de Pega CM <i>(Coupling Multiplier)</i>	Este fator é obtido avaliando a facilidade da pega e a altura vertical de manipulação da carga. Este fator é definido pelas Figura 15 e 16.

Quadro 8 - Determinação dos coeficientes da equação NIOSH

FONTE: VIEIRA, 2011 (adaptado).

FREQUÊNCIA Elevações/min	DURAÇÃO DO TRABALHO					
	≤ 1 hora		> 1 – 2 horas		> 2 – 8 horas	
	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
≤ 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Os valores de V estão em cm. Para frequências inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevação por minuto.

Figura 14 - Cálculo do fator de frequência (FM)

FONTE: VIEIRA, 2011.

MÁ	REGULAR	BOA
1. Recipientes de desenho ótimo nos quais as alças ou apoios perfurados no recipiente tenham sido desenhados otimizando a pega (ver definições 1, 2 e 3).	1. Recipientes de desenho ótimo com alças ou apoios perfurados no recipiente de desenho subótimo (ver definições 1, 2, 3 e 4).	1. Recipientes de desenho subótimo, objetos irregulares ou peças soltas que sejam volumosas, difíceis de sustentar ou com bordas afiladas (ver definição 5).
2. Objetos irregulares ou peças soltas quando se podem empunhar confortavelmente; isto é, quando a mão pode envolver facilmente o objeto (ver definição 6).	2. Recipientes de desenho ótimo sem alças nem apoios perfurados no recipiente, objetos irregulares ou peças soltas nos quais a pega permite uma flexão de 90° na palma da mão (ver definição 4).	2. Recipientes deformáveis.

Figura 15 - Classificação da pega de uma carga
FONTE: VIEIRA, 2011.

TIPO DE PEGA	FATOR DE PEGA (CM)	
	V < 75	V ≥ 75
Boa	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Má	0,90	0,90

Figura 16 - Determinação do fator de pega (CM)
FONTE: VIEIRA, 2011.

2.4. Doenças Relacionadas à Postura/Movimentação e Levantamento de Cargas

A otimização do trabalho é um fator fundamental para o sucesso de pessoas e organizações, em um mundo altamente competitivo, em que a saúde e excelência de desempenho são peças chaves fundamentais (RIO e PIRES, 2001).

Rio e Pires (2001) afirmam que a saúde é a condição básica para o nível ótimo de desempenho e produtividade. Com isso, fatores como a motivação, o treinamento e o comprometimento compõem, juntamente com a saúde, o conjunto de condições que permitem às pessoas tornarem o trabalho um diferencial competitivo da mais alta importância estratégica para a organização.

Segundo Iida (2005) as dores musculares são causadas pela acumulação de subprodutos do metabolismo no interior dos músculos, decorrente das contrações musculares

acima da capacidade circulatória de remover tais subprodutos. Ocorre principalmente em trabalhos estáticos que prejudicam a circulação sanguínea. Se as dores persistirem, podem provocar câibras, acompanhada de espasmos e fraquezas, onde o músculo pode perder até 50% de sua força normal.

Rio e Pires (2001) citam o termo Dorsalgia, que é um termo utilizado para designar a dor na região dorsal e o termo Lombalgia para designar dores na região lombar. Com isso, tem-se o termo Dorsolombalgia que se refere a dores nas costas de uma maneira geral. As dorsolombalgias podem apresentar vários níveis de intensidade de dor, indo das dores facilmente suportáveis até os quadros de dor grave e incapacitante por longos períodos. Os autores afirmam ainda que as lombalgias são mais comuns apresentando consequências mais significativas na saúde ocupacional.

As causas das dores, afirma Iida (2005), são principalmente o manuseio de cargas pesadas ou quando se exige posturas inadequadas, como a torção da coluna. Outras atividades, como puxar e empurrar cargas também pode causar as dores. Também podem ocorrer devido a alongamentos excessivos e inflamações dos músculos, tendões e articulações, associados geralmente a forças, posturas e repetições exageradas dos movimentos.

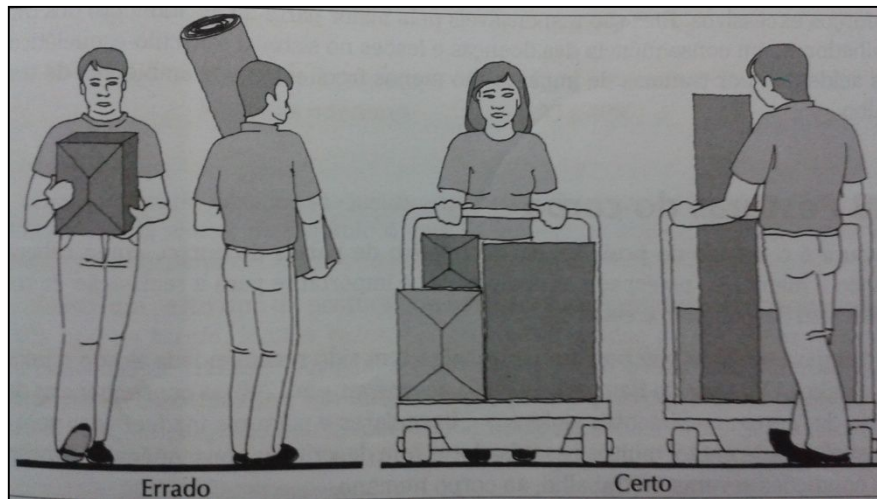


Figura 17 - Transporte manual de cargas utilizando carrinhos
FONTE: IIDA, 2005.

As lesões por esforço repetitivo (LER) e os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) são causas frequentes da incapacidade laboral, tanto temporária quanto permanente. São resultados de sobrecargas causadas pela utilização excessiva de determinados grupos musculares em movimentos repetitivos com ou sem exigência de esforço

localizado e também pela permanência de partes do corpo em uma determinada posição por longos períodos (PINHEIRO e FRANÇA, 2006).

Para Rocha (2008) o termo LER/DORT é abrangente remetendo-se aos distúrbios ou também doenças do sistema musculoesquelético, principalmente pescoço e membros superiores. Esse grupo de distúrbios são bastante heterogêneos, e são causados basicamente por fadiga neuromuscular devido ao trabalho realizado em posições fixas (trabalho estático) ou movimentos repetitivos, especialmente de membros superiores. A falta de tempo de recuperação pós contração, fadiga devido à falta de flexibilidade de tempo e ritmo de trabalho elevado também são fatores que podem causar estes distúrbios.

Para Iida (2005) traumas musculares são provocados pela incompatibilidade entre as exigências do trabalho e as capacidades físicas do trabalhador que está executando a atividade. Basicamente provocados por duas causas: impacto e esforços repetitivos.

O trauma por impacto é causado quando o trabalhador é atingido por uma força súbita, em um curto espaço de tempo numa região específica do corpo, podendo causar contusões, traumatismos sérios como lacerações de tecidos e fraturas. Em alguns casos pode causar até a morte do trabalhador (IIDA, 2005).

O trauma por esforço repetitivo ocorre durante a atividade do trabalhador, geralmente onde há levantamento excessivo de cargas sem as devidas pausas. Esses traumas podem provocar lesões como tendinites, tenossinovites, compressões nervosas e distúrbios lombares (IIDA, 2005). Essas lesões por esforços repetitivos são conhecidas pelas siglas:

- DORT: Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho;
- LTC: Lesões por Traumas Cumulativos;
- LER: Lesões por Esforços Repetitivos.

Os traumas por esforços repetitivos são os principais causadores dos afastamentos de trabalhadores, tendo como consequência as doenças e lesões no sistema musculoesquelético (IIDA, 2005).

O quadro clínico das LER/DORT pode se apresentar bastante variado, incluindo queixas de dor, formigamento, dormência, choque, peso e fadiga precoce. Apresentam também alguns distúrbios bem definidos, como: tendinite, tenossinovite, sinovite, peritendinite, epicondilite, tenossinovite estenosante, dedo em gatilho, cisto, síndrome do túnel do carpo, síndrome do túnel ulnar, síndrome do pronador redondo, síndrome do desfiladeiro torácico, síndrome cervical ou radiculopatia cervical, neurite digital, e muitas outras (ROCHA, 2008).

Rocha (2008) ainda afirma que em casos mais extremos os quadros podem apresentar consequências generalizadas: síndrome miofacial, mialgia, síndrome da tensão do pescoço, distrofia simpático-reflexa e síndrome complexa de dor regional.

Portanto, Rocha (2008) conclui que as LER/DORT são lesões geradas por repetitividade, esforço, velocidade da tarefa, resistência pessoal, estado psicossocial do trabalhador, bem como a exposição a fatores ambientais como ruído, vibrações, frio, umidade, iluminação, mobiliário, arranjo físico e dimensionamento do posto de trabalho.

Já para Antonalia (2001 apud Rocha, 2008) o principal fator para o aparecimento destas patologias é a modernização do trabalho, seja mecanização, automação das tarefas ou a informatização das áreas de serviços, determinando um maior volume de tarefas manuais repetitivas, especialmente em membros superiores, ombros e região cervical.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da Empresa

A indústria estudada teve o início de suas atividades em 2001, com a atividade principal de fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente (CNAE 20.99-1-99). Localiza-se na cidade de Curitiba/PR no bairro Cidade Industrial de Curitiba. Apesar de ter uma área de aproximadamente 6.000 m² é considerada uma indústria de porte grande devido ao seu volume de produção anual. Possui 07 (sete) reatores que são utilizados no processo produtivo.

Atua no ramo de emulsões parafínicas desde a sua fundação atendendo clientes de diversas regiões do país.

Atualmente a empresa conta com 50 colaboradores, e por ser enquadrada no grau de risco 3, segundo a NR-4, não necessita em compor o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT).

Grau de Risco	N.º de Empregados no estabelecimento	Técnicos							
		50 a 100	101 a 250	251 a 500	501 a 1.000	1.001 a 2.000	2.001 a 3.500	3.501 a 5.000	Acima de 5000 Para cada grupo De 4000 ou fração acima 2000**
1	Técnico Seg. Trabalho				1	1	1	2	1
	Engenheiro Seg. Trabalho						1*	1	1*
	Aux. Enferm. do Trabalho						1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1*	
	Médico do Trabalho					1*	1*	1	1*
2	Técnico Seg. Trabalho				1	1	2	5	1
	Engenheiro Seg. Trabalho					1*	1	1	1*
	Aux. Enferm. do Trabalho					1	1	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho					1*	1	1	1
3	Técnico Seg. Trabalho		1	2	3	4	6	8	3
	Engenheiro Seg. Trabalho				1*	1	1	2	1
	Aux. Enferm. do Trabalho					1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho				1*	1	1	2	1
4	Técnico Seg. Trabalho	1	2	3	4	5	8	10	3
	Engenheiro Seg. Trabalho		1*	1*	1	1	2	3	1
	Aux. Enferm. do Trabalho				1	1	2	1	1
	Enfermeiro do Trabalho							1	
	Médico do Trabalho		1*	1*	1	1	2	3	1

(*) Tempo parcial (mínimo de três horas)
 (**) O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento de faixas de 3501 a 5000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4000 ou fração acima de 2000.

OBS: Hospitais, Ambulatórios, Maternidade, Casas de Saúde e Repouso, Clínicas e estabelecimentos similares com mais de 500 (quinhentos) empregados deverão contratar um Enfermeiro em tempo integral.

Figura 18 - Dimensionamento do SESMT
FONTE: BRASIL, 2014.

A empresa possui uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), que de acordo com a NR-5 deve possuir 2 (dois) colaboradores efetivos e 2 (dois) suplentes. Hoje a CIPA da empresa é composta por 6 (seis) colaboradores, contando com o secretário e seu suplente.

A empresa funciona no horário comercial, compreendendo o período das 07h30minh às 17h00minh de segunda à sexta-feira, com 1 (uma) hora de intervalo para o almoço, que compreende o horário das 11:00h às 13:00h. Funciona em turno único.

Raramente os colaboradores necessitam cumprir expediente nos finais de semana, com isso, constatou-se que a horas extras não são frequentes.

3.2. Avaliação dos Postos de Trabalho

Para a realização da avaliação foram considerados os setores de Produção, Laboratório e Limpeza que foram considerados os mais críticos em relação ao risco ergonômico. Cada setor conta com a seguinte quantidade de colaboradores:

Setor	Quantidade de Colaboradores
Produção	6
Laboratório	3
Limpeza	2
TOTAL	11

Quadro 9 - Quantidade de colaboradores por setor avaliado
FONTE: O AUTOR, 2014.

Na Figura 19, é demonstrado o fluxograma do processo produtivo. O processo produtivo se inicia com o recebimento das matérias primas na planta industrial. Após a conferência das mesmas, as matérias primas são adicionadas aos reatores juntamente com outros insumos, como água e hidróxido de amônio. Após a etapa da adição, os materiais são misturados e homogeneizados, após a homogeneização, o produto passa por um trocador de calor. Em seguida é retirada uma amostra pelo setor de Laboratório para que sejam efetuadas as análises para atestar a qualidade do produto. Após aprovação do produto, o mesmo é encaminhado para envase e/ou carregamento e entrega ao cliente.

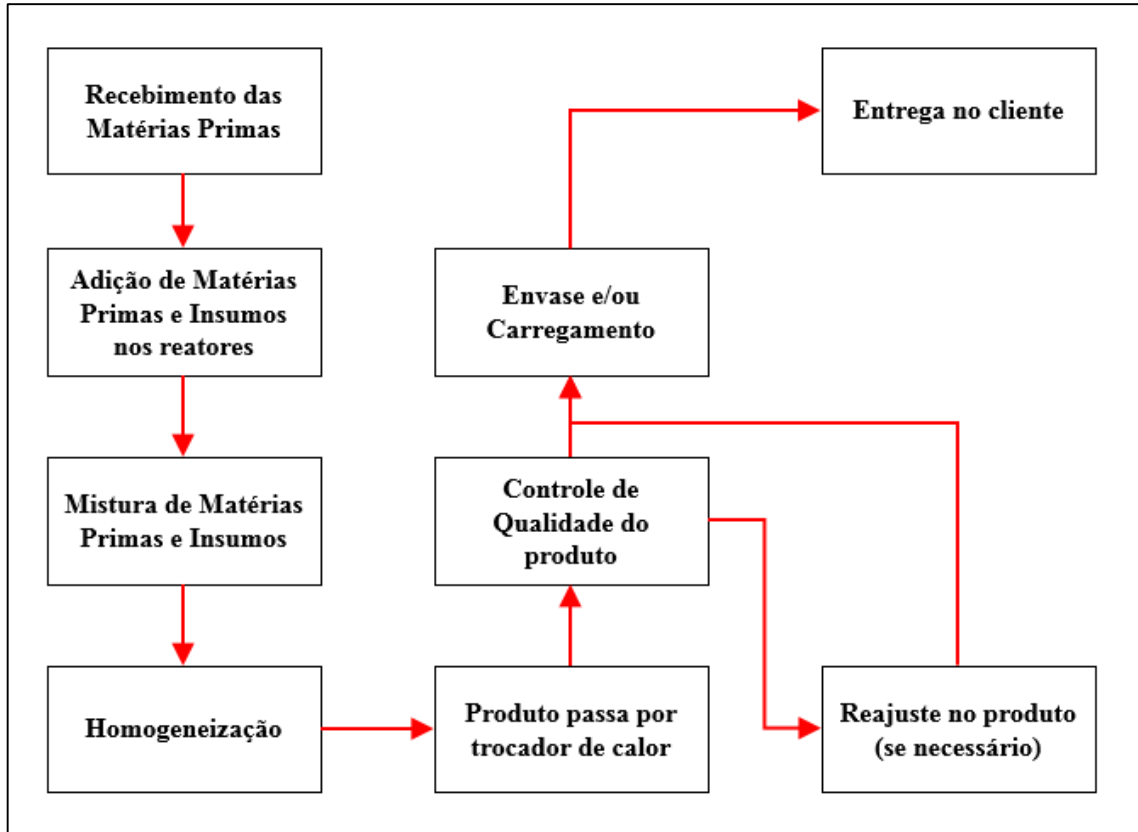


Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo
FONTE: O AUTOR, 2014.

Para a avaliação qualitativa dos postos de trabalho, foi aplicado um questionário com 6 (seis) questões aos colaboradores com o intuito de coletar informações sobre a característica de cada grupo e das atividades exercidas e também apontar se os trabalhadores apresentam dor durante e/ou após a jornada de trabalho.

Para a avaliação, foram realizadas filmagens das atividades nos postos de trabalho selecionados com o intuito de descrever as etapas de cada processo. Após as filmagens, foi utilizado o *software* Ergolândia para realizar a avaliação com os métodos OWAS e NIOSH.

3.2.1. Avaliação dos Postos de Trabalho com o Método OWAS

O método OWAS consiste na avaliação das posturas adotadas de cada trabalhador no momento em que se exerce a atividade. Nesta etapa da avaliação, foram realizadas filmagens do processo de cada posto de trabalho considerado mais crítico do ponto de vista ergonômico.

No posto de trabalho Operador de Produção, foi avaliado o processo de adição de matérias primas nos reatores. No posto de trabalho Técnico Químico, foi avaliado o processo de retirada de amostra para análise do produto. E no posto de trabalho Auxiliar de Limpeza,

foi avaliado a atividade de limpeza dos vidros dos setores localizados acima do setor de manutenção.

3.2.2. Avaliação dos Postos de Trabalho com o Método NIOSH

O método NIOSH consiste na avaliação das cargas levantadas por cada trabalhador no momento em que se exerce a atividade. Determina o limite de peso recomendado (LPR) em quilogramas, que é a carga máxima que um trabalhador saudável pode levantar durante sua jornada de trabalho sem que haja riscos elevados de desenvolver dor lombar. Nesta avaliação o método indica também o índice de levantamento (IL), em que na medida em que este índice se afaste de 1, o nível de risco aumenta.

Neste método foram avaliados os mesmos processos avaliados com o método OWAS.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados da Aplicação do Questionário

Na pesquisa foram observados os setores da Produção, Laboratório e Limpeza, sendo aplicado o questionário aos postos de trabalho de Operador de Produção, Técnico Químico e Auxiliar de Limpeza, respectivamente.

4.1.1. Operador de Produção

Observou-se que este grupo é composto por trabalhadores do sexo masculino na faixa etária de 29 a 52 anos. A Figura 20 mostra a distribuição da faixa etária dos trabalhadores do setor.

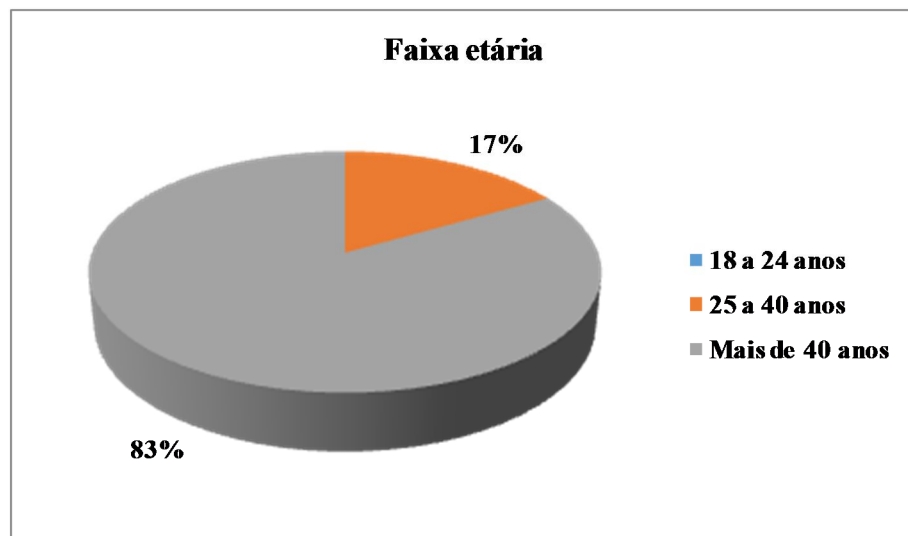


Figura 20 - Gráfico 1: Faixa etária (Setor Produção)
FONTE: O AUTOR, 2015.

A Figura 21 mostra que a maioria dos trabalhadores tem mais de 1 (um) ano de trabalho na empresa. Apenas um trabalhador tem menos de 1 (um) ano de trabalho na empresa, que corresponde a 17%.

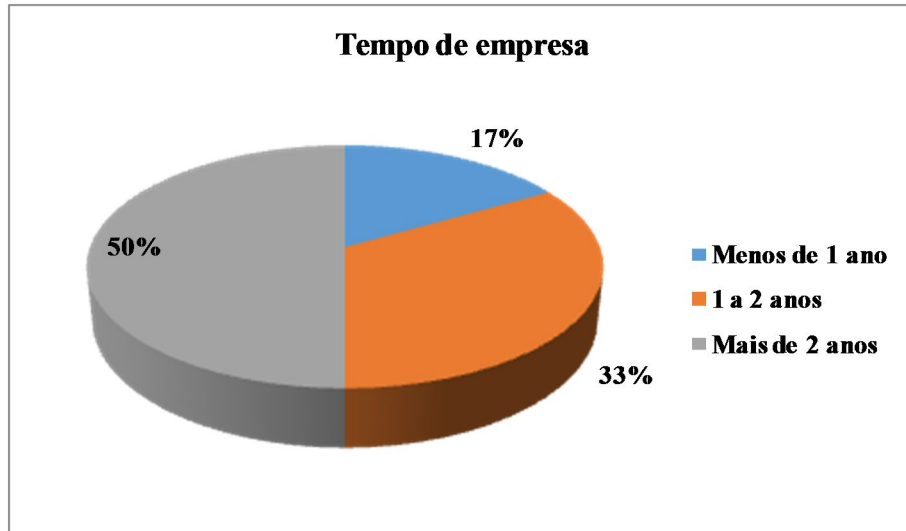


Figura 21 - Gráfico 2: Tempo de trabalho na empresa (Setor Produção)
FONTE: O AUTOR, 2015.

Quanto ao peso que os trabalhadores levantam durante suas atividades, notou-se que todos levantam de 7 a 25 kg de carga durante a jornada de trabalho. Isso se caracteriza devido ao fato de os sacos de matérias primas terem em média 25 kg.

No questionário observou-se que nenhum dos trabalhadores do setor pratica ginástica laboral, o que contribui para que os mesmos sintam dores durante e/ou depois da jornada de trabalho.

Com isso, observou-se que metade dos trabalhadores do setor sente dores durante a jornada de trabalho e a outra metade sente dor após a jornada de trabalho, conforme demonstrado na Figura 22.

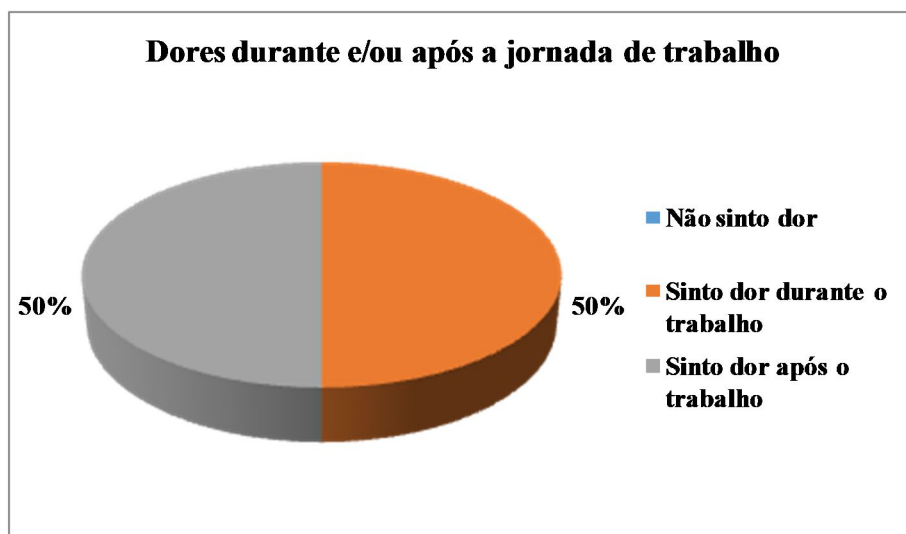


Figura 22 - Gráfico 3: Trabalhadores que sentem dores (Setor Produção)
FONTE: O AUTOR, 2015.

As regiões do corpo em que os trabalhadores deste setor sentiram dores mais severas são os ombros, costas (dorso inferior), quadril, coxas, pernas e pés. Esta avaliação foi realizada utilizando o Diagrama de Áreas Doloridas de Corlett e Manenica (1980 apud IIDA, 2005).

LADO ESQUERDO								VISÃO DORSAL		LADO DIREITO									
0	1	2	3	4	5	6	7			Ombro	0	1	2	3	4	5	6	7	
3	1	1	1	0	0	0	0			21	4	1	1	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Braço	0	1	2	3	4	5	6	7	
4	2	0	0	0	0	0	0			22	4	2	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Ante braço	0	1	2	3	4	5	6	7	
5	1	0	0	0	0	0	0			23	4	2	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Mão	0	1	2	3	4	5	6	7	
5	1	0	0	0	0	0	0			24	5	1	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Pescoço	0	1	2	3	4	5	6	7	
4	2	0	0	0	0	0	0			41	4	2	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Dorso superior	0	1	2	3	4	5	6	7	
4	2	0	0	0	0	0	0			42	5	1	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Dorso médio	0	1	2	3	4	5	6	7	
6	0	0	0	0	0	0	0			43	6	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Dorso inferior	0	1	2	3	4	5	6	7	
4	0	1	0	0	0	0	0			44	3	0	2	0	0	0	1	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7			Quadril	0	1	2	3	4	5	6	7	
3	1	1	0	1	0	0	0			45	4	1	0	0	1	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Coxa	0	1	2	3	4	5	6	7	
5	0	1	0	0	0	0	0			61	5	0	1	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Perna	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	0	0	0	0	0			62	1	2	3	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7			Pé	0	1	2	3	4	5	6	7	
3	1	0	1	0	0	0	0			63	3	1	0	1	0	0	1	0	

Figura 23 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Produção)

FONTE: ADAPTADO DE CORLETT E MANENICA (1980 apud IIDA, 2005).

4.1.2. Técnico Químico

Este grupo é composto por 33% dos trabalhadores do sexo masculino e 67% do sexo feminino, ou seja, dos três trabalhadores do setor 1 é do sexo masculino e 2 do sexo feminino. A faixa etária dos trabalhadores é demonstrada no Gráfico 4 (Figura 23), onde a maioria está na faixa de 25 a 40 anos.

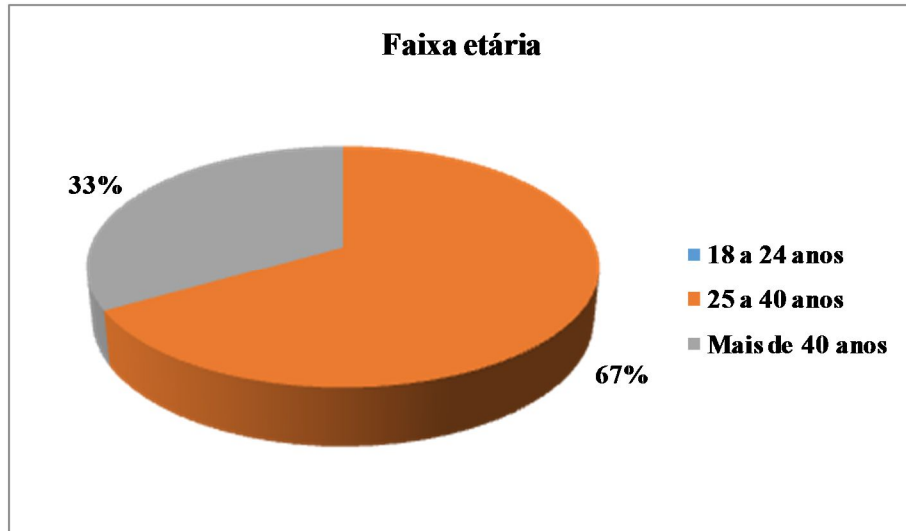


Figura 24 - Gráfico 4: Faixa etária (Setor Laboratório)
FONTE: O AUTOR, 2015.

Quanto ao tempo em que os trabalhadores exercem suas atividades na empresa, dois deles estão de 1 a 2 anos na empresa, enquanto que 1 trabalhador está a mais de 2 anos. Justamente este trabalhador tem a idade mais avançada.

Notou-se também neste setor que nenhum dos trabalhadores realiza a ginástica laboral. Todos os funcionários do setor levantam uma carga abaixo de 7 kg, porém todos eles sentem algum tipo de dor durante ou após a jornada de trabalho, conforme demonstra a Figura 25.

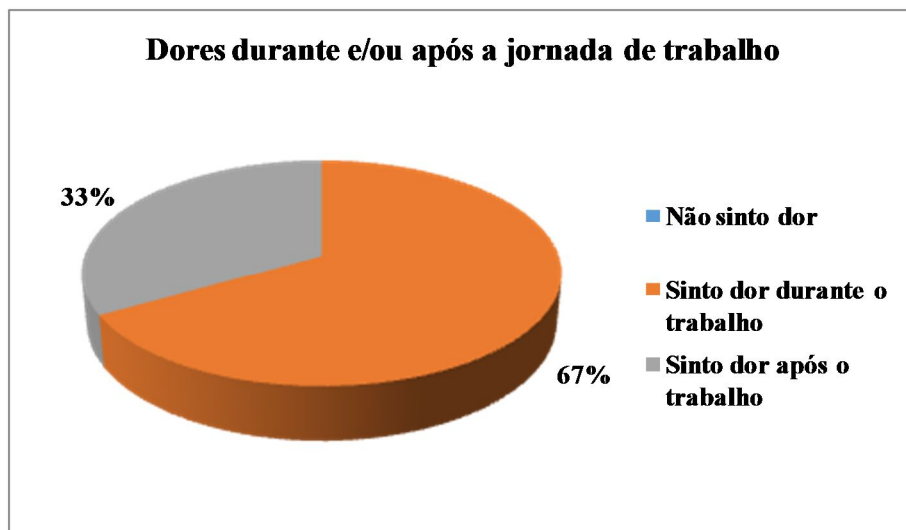


Figura 25 - Gráfico 5: Trabalhadores que sentem dores (Setor Laboratório)
FONTE: O AUTOR, 2015.

As regiões do corpo em que os trabalhadores deste setor sentiram dores mais severas são o pescoço, pernas e pés.

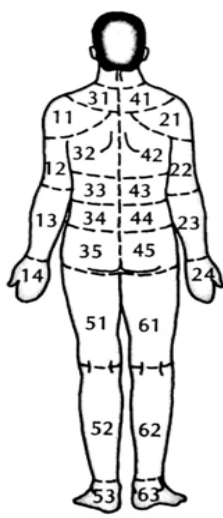
LADO ESQUERDO								VISÃO DORSAL	LADO DIREITO								
0	1	2	3	4	5	6	7		Ombro	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	0	0	0	0	0		Ombro	2	1	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Braço	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	0	0	0	0	0		Braço	3	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Ante braço	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	0	0	0	0	0		Ante braço	3	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Mão	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	0	0	0	0	0		Mão	2	1	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Pescoço	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	1	0	0	0	0		Pescoço	1	1	0	1	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Dorso superior	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	0	0	0	0	0		Dorso superior	2	1	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Dorso médio	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	0	0	0	0	0		Dorso médio	3	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Dorso inferior	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	0	0	0	0	0		Dorso inferior	3	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Quadril	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	0	0	0	0	0		Quadril	2	1	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Coxa	0	1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	0	0	0	0	0		Coxa	3	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		Perna	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1	1	0	0	0	0	7		Perna	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	2	3	4	5	6	7		Pé	0	1	2	3	4	5	6	7
2	0	1	0	0	0	0	0		Pé	2	0	1	0	0	0	0	0

Figura 26 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Laboratório)

FONTE: ADAPTADO DE CORLETT E MANENICA (1980 apud IIDA, 2005).

4.1.3. Auxiliar de Limpeza

Este grupo é composto somente por mulheres e com idade superior a 40 anos. Uma das trabalhadoras está na empresa há mais de 2 anos e a outra está há 1 ano e meio. Como nos demais setores, neste não há a prática de ginástica laboral.

Quanto à carga levantada durante a jornada de trabalho, com o questionário verificou-se que a mesma não ultrapassa 7 kg.

Neste grupo, nota-se que uma das colaboradoras não sente dor alguma, nem durante nem após a jornada de trabalho, já a colaboradora com a idade mais avançada, 51 anos, a mesma sente dor durante a jornada de trabalho.

Apesar de não levantarem cargas expressivas do ponto de vista ergonômico, verificou-se que o grupo é o que mais sente dores. As regiões onde sentiram dores mais severas foram mãos, pescoço, costas (dorso superior), quadril, pernas e pés.

LADO ESQUERDO								VISÃO DORSAL	LADO DIREITO									
0	1	2	3	4	5	6	7		Ombro	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		Ombro	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		21	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		Braço	22	2	0	0	0	0	0	0	0
0	1	2	3	4	5	6	7		12	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		23	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		13	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		24	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		14	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	1	0	0	0	0	0		23	1	0	0	0	1	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		31	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	2	0	0	0		41	0	0	0	0	2	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		32	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		42	1	0	0	0	1	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		33	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		43	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		34	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		44	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		35	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	0	1	0	0		45	1	0	0	0	0	1	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		51	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	0	0	0	0	0	0	0		61	2	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		52	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	1	0	0	0		62	1	0	0	0	0	1	0	0	
0	1	2	3	4	5	6	7		53	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	0	0	0	1		63	1	0	0	0	0	0	0	1	

Figura 27 - Diagrama de áreas doloridas (Setor Limpeza)

FONTE: ADAPTADO DE CORLETT E MANENICA (1980 apud IIDA, 2005).

4.2. Avaliação de Posto de Trabalho: Operador de Produção

O processo produtivo se inicia com a separação manual dos sacos de matéria prima pelo Operador de Produção e posterior despejo do produto no reator, conforme as etapas descritas abaixo.

4.2.1. Etapa 1 (Produção)

Para a separação da matéria prima, o Operador utiliza-se dos membros superiores para movimentar os sacos que pesam 25 kg. O mesmo retira o saco de um pallet até outro, posicionado logo ao lado. Nesta etapa do processo, segundo o método OWAS, o Operador tem uma postura de número 4133 (dorso inclinado e torcido, os dois braços para baixo, as duas pernas flexionadas e levantamento de carga acima de 20 kg), conforme a Figura 28. Esta etapa dura aproximadamente 2 (dois) minutos.



Figura 28 - Operador de Produção Separando a Matéria Prima
FONTE: O AUTOR, 2015.

Utilizando o método OWAS tem-se como resultado, conforme demonstra a Figura 29, que são necessárias correções tão logo quanto possível.

Figura 29 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Operador de Produção)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

A Figura 30 demonstra o resultado do LPR e do IL desta etapa utilizando o método NIOSH.

MÉTODO NIOSH

Ajuda

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador:

Empresa:

Setor:

Função:

Peça Levantada:

H:

V:

D:

A:

F:

QP:

P:

LPR:

IL:

 Ruim: IL maior que 1

LEGENDA

H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
F - Fator Frequência.
QP - Qualidade da Pega.
P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
IL - Índice de Levantamento.

 CALCULAR

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

CONTROLE DE IL

INFORMAÇÕES

LIMPAR CAMPOS

Figura 30 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Operador de Produção)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Nesta etapa o LPR foi de 7,067 kg e o IL foi de 3,538 sendo um índice de levantamento considerado ruim, pois o IL foi maior que 1. De acordo com o Quadro 7, tem-se nesta etapa um aumento elevado do risco, sendo que este tipo de tarefa é inaceitável do ponto de vista da ergonomia e deve ser modificada imediatamente.

Analisando cada fator da equação NIOSH pode-se observar os fatores que mais contribuíram para a elevação do índice de levantamento (IL). O Quadro 10 mostra a análise desses fatores e sugere recomendações para a adequação do processo.

Fator	Resultado	Análise	Recomendações
Peso (P)	25 kg	Esse fator excedeu o limite de peso de carga recomendado, que é de 23 kg.	Verificar com o fornecedor a possibilidade de diminuir a capacidade das embalagens, de 25 kg para 15 kg.
Qualidade da Pega (QP)	0,9	A qualidade da pega foi considerada uma pega pobre, uma vez que as embalagens da matéria prima não possuem alças para transporte.	Trocar as embalagens para sacos com alças de transporte.
Distância Vertical Percorrida pela Carga (D)	0,876	Foi considerada uma distância vertical bastante alta para o peso da carga (80 cm).	Diminuir a distância vertical percorrida pela carga elevando 50 cm do chão o pallet em que são armazenados os sacos de matéria prima.
Ângulo de Torção do Tronco (A)	0,680	Nesta etapa do processo, o trabalhador faz uma torção do tronco considerável em torno de 100°	Modificar a forma em que são transferidos de pallets os sacos de matéria prima. Em vez de o trabalhador ficar no meio dos 2 pallets, o mesmo deverá ficar de frente para os pallets diminuindo o ângulo de torção para 30°.
Frequência (F)	0,6	A quantidade de vezes que o trabalhador levanta a carga foi de 5 levantamentos por minuto, ou seja, em um minuto o trabalhador levanta uma carga de 125 kg.	Diminuir a frequência de levantamentos dos sacos para 2 por minuto, realizando a tarefa mais pausadamente.

Quadro 10 - Análise dos fatores da equação NIOSH e recomendações da etapa 1

FONTE: O AUTOR, 2015.

Com a adoção das recomendações propostas no Quadro 10 haverá uma redução do índice de levantamento, obtendo-se um $IL = 0,998$ obtendo-se então um risco limitado.

Quanto ao limite de peso recomendado, com a adoção das recomendações, o LPR aumenta para 15,034 kg.

Vale destacar que após a implementação das melhorias apontadas recomenda-se realizar avaliações periódicas do processo para verificar a efetividade das ações.

4.2.2. Etapa 2 (Produção)

Já com os sacos de matéria prima no mezanino do setor da Produção, onde se localizam as “bocas” dos reatores, o Operador posiciona o pallet com os sacos a uma distância de 3 (três) metros da “boca” do reator. O colaborador então abre o saco manualmente, percorre a distância de 3 (três) metros e então eleva o saco a uma altura de 1 (um) metro e despeja o produto dentro do reator. Nesta etapa, de acordo com o método OWAS, o Operador tem uma postura de número 1323 (dorso reto, dois braços para cima, duas pernas retas e

levantamento de carga acima de 20 kg), conforme a Figura 31. Esta etapa dura aproximadamente 2 (dois) minutos.



Figura 31 - Operador de Produção Adicionando MP ao Reator
FONTE: O AUTOR, 2015.

Avaliando a postura desta etapa utilizando o método OWAS, obteve-se o seguinte resultado: não são necessárias medidas corretivas, conforme demonstra a Figura 32.

MÉTODO OWAS

Número de tarefas: 1

Postura das costas:

1. Ereta
2. Inclínada
3. Ereta e torcida
4. Inclínada e torcida

Tarefa: 1

Descrição da tarefa: ETAPA 2

Porcentagem de tempo nesta tarefa: 50 %

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

INFORMAÇÕES

Postura dos braços:

1. Os dois braços abaixo dos ombros
2. Um braço no nível ou acima dos ombros
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

Postura das pernas:

1. Sentado
2. De pé com ambas as pernas esticadas
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos
7. Andando ou se movendo

Esforço:

1. Carga menor ou igual 10 Kg
2. Carga maior que 10 Kg e menor ou igual 20 Kg
3. Carga maior que 20 Kg

CATEGORIA DE AÇÃO

1. Não são necessárias medidas corretivas

Figura 32 - Resultado método OWAS - Etapa 2 (Operador de Produção)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Na avaliação do LPR e IL, utilizando o método NIOSH, obtiveram-se os seguintes resultados: LPR de 6,484 kg e IL de 3,856 considerado um IL ruim, pois obteve-se um índice maior que 1, conforme a Figura 33.

Figura 33 - Resultado método NIOSH - Etapa 2 (Operador de Produção)

FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

De acordo com o Quadro 7, tem-se na etapa 2 um aumento elevado do risco, sendo que este tipo de tarefa é inaceitável do ponto de vista ergonômico e deve ser modificada imediatamente.

Com a análise de cada fator da equação NIOSH para esta etapa pode-se observar os fatores que mais contribuíram para a elevação do índice de levantamento (IL). O Quadro 11 mostra a análise desses fatores e sugere recomendações para a adequação do processo.

Fator	Resultado	Análise	Recomendações
Peso (P)	25 kg	Esse fator excedeu o limite de peso de carga recomendado, que é de 23 kg.	Verificar com o fornecedor a possibilidade de diminuir a capacidade das embalagens, de 25 kg para 15 kg.
Qualidade da pega (QP)	0,5	A qualidade da pega foi considerada uma pega pobre, uma vez que as embalagens da matéria prima não possuem alças para transporte.	Trocar as embalagens para sacos com alças de transporte.
Distância vertical percorrida pela carga (D)	0,895	Foi considerada uma distância vertical bastante alta para o peso da carga (60 cm).	Eliminar a distância vertical percorrida pela carga elevando o pallet em que são armazenados os sacos de matéria prima em 60 cm.
Distância vertical entre o chão e a pega da carga (V)	0,7	Essa distância (175 cm) é elevada devido ao fato da “boca” do reator em que são fabricados os produtos estarem em uma altura elevada.	Diminuir a distância vertical entre o chão e a pega em 70 cm.
Frequência (F)	0,5	A quantidade de vezes que o trabalhador levanta a carga foi de 6 levantamentos por minuto, ou seja, em um minuto o trabalhador levanta uma carga de 150 kg.	Diminuir a frequência de levantamentos dos sacos para 4 por minuto, realizando a tarefa mais pausadamente.

Quadro 11 - Análise dos fatores da equação NIOSH e recomendações da etapa 2
FONTE: O AUTOR, 2015.

Com a adoção das recomendações propostas no Quadro 11 haverá uma redução do índice de levantamento, obtendo-se um $IL = 0,995$ obtendo-se então um risco limitado.

Quanto ao limite de peso recomendado, com a adoção das recomendações, o LPR aumenta para 15,070 kg.

Após a implementação das melhorias apontadas recomenda-se realizar avaliações periódicas do processo para verificar se as ações surtiram efeitos e se serão necessárias mais melhorias.

4.2.3. Etapa 3 (Produção)

Após despejar o produto o Operador posiciona o saco vazio no chão ao lado do reator adotando a seguinte postura (método OWAS): 4141 (dorso inclinado e torcido, dois braços para baixo, uma perna flexionada e levantamento de carga até 10 kg), conforme a Figura 34.



Figura 34 - Operador de produção separando o saco de MP vazio
FONTE: O AUTOR, 2015.

Conforme demonstra a Figura 35, avaliando esta etapa com o método OWAS, obteve-se o seguinte resultado: são necessárias correções imediatas.

Nessa etapa o que mais impactou na postura do trabalhador foi a torção do tronco e a flexão das pernas.

Recomenda-se a mudança da postura do trabalhador. A melhor postura que cabe nesta etapa sem impactar o processo é a 1121 (costas eretas, braços abaixo da linha dos ombros, pernas esticadas e carga inferior a 10 kg). Os sacos vazios deverão ser depositados logo à frente do trabalhador.

Com a modificação da postura, utilizou-se a Figura 35 para determinar a categoria de ação, onde obteve-se que não são necessárias medidas corretivas, porém recomenda-se uma maior fiscalização por parte da CIPA quanto às posturas adotadas pelos trabalhadores durante o processo.

Costas	Braços	Pernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Força			Força			Força			Força			Força			Força					
		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	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	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	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	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	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	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
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	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	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

CATEGORIAS DE AÇÃO:
 1 - Não são necessárias medidas corretivas
 2 - São necessárias correções em um futuro próximo
 3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
 4 - São necessárias correções imediatas

Figura 35 - Categorias de ações para as posturas do método OWAS
 FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.



Figura 36 - Resultado método OWAS - Etapa 3 (Operador de Produção)
 FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Avaliando esta etapa quanto ao levantamento de cargas, utilizando o método NIOSH obtiveram-se os seguintes resultados: LPR igual 5,367 kg e um IL igual a 0,002. O IL foi considerado bom, pois ficou abaixo de 1. Os resultados são demonstrados na Figura 37 abaixo.

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador: _____
 Empresa: _____
 Setor: PRODUCAO
 Função: OP PRODUCAO
 Peça Levantada: SACO MATERIA PRIMA

H: 20
 V: 150
 D: 175
 A: 90
 F: 0,5
 QP: 1
 P: 0,01
 LPR: 5,367
 IL: 0,002

+
CALCULAR

Bom: IL menor ou igual a 1

LEGENDA
 H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
 V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
 D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
 A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
 F - Fator Frequência.
 QP - Qualidade da Pega.
 P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
 LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
 IL - Índice de Levantamento.

SALVAR DADOS
 BANCO DE DADOS
 CONTROLE DE IL
 INFORMAÇÕES
 LIMPAR CAMPOS

Figura 37 - Resultado método NIOSH - Etapa 3 (Operador de Produção)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

4.3. Avaliação de Posto de Trabalho: Técnico Químico

Após a conclusão do processo produtivo, o setor Laboratório retira uma amostra do produto acabado para que sejam efetuadas as análises laboratoriais para o controle de qualidade do produto. O Técnico Químico executa essa atividade seguindo as etapas descritas a seguir.

4.3.1. Etapa 1 (Laboratório)

Quando solicitado, o técnico químico se desloca até o ponto de coleta de amostra, localizado abaixo do tanque de estocagem, e utilizando um vasilhame retira a amostra conforme a Figura 38.



Figura 38 - Retirada de amostra de produto
FONTE: O AUTOR, 2015.

Analisando a postura do técnico utilizando o método OWAS (1321), obteve-se o seguinte resultado: não são necessárias medidas corretivas, conforme demonstra a Figura 39.

Figura 39 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Técnico Químico)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Com a análise do levantamento de carga, obtiveram-se os seguintes resultados: LPR igual a 11,344 kg e IL igual a 0,529. O IL foi considerado bom, pois ficou abaixo de 1. Os resultados são demonstrados na Figura 40.

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Ajuda

Nome do Trabalhador: _____
 Empresa: _____
 Setor: LABORATORIO
 Função: TEC QUIMICO
 Peça Levantada: FRASCO DE AMOSTRA

H: 30
 V: 160
 D: 50
 A: 0
 F: 0,97
 QP: 0,9
 P: 6
 LPR: 11,344
 IL: 0,529

Bom: IL menor ou igual a 1

LEGENDA
 H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
 V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
 D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
 A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
 F - Fator Frequência.
 QP - Qualidade da Pega.
 P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
 LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
 IL - Índice de Levantamento.

SALVAR DADOS
 BANCO DE DADOS
 CONTROLE DE IL
 INFORMAÇÕES
 LIMPAR CAMPOS

CALCULAR

Figura 40 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Técnico Químico)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

4.4. Avaliação de Posto de Trabalho: Auxiliar de Limpeza

Para a conservação da infraestrutura da empresa, a equipe de limpeza realiza diariamente a limpeza dos ambientes de acordo com uma programação semanal das atividades. Abaixo seguem descritas as etapas de limpeza dos vidros que ficam na parte superior do setor da manutenção, onde estão localizados setores administrativos. Foi analisada esta atividade por ser a mais suscetível a ocorrer dores no corpo dos trabalhadores.

4.4.1. Etapa 1 (Limpeza)

Nesta etapa, a Auxiliar de Limpeza prepara a ferramenta (pano e vassoura) a ser utilizada para realizar a limpeza dos vidros, conforme a Figura 41.



Figura 41 - Preparação para limpeza dos vidros
FONTE: O AUTOR, 2015.

Analisando a postura da colaboradora nesta etapa, de acordo com o método OWAS (1221), obteve-se o resultado: não são necessárias medidas corretivas, conforme a Figura 42.

Figura 42 - Resultado método OWAS - Etapa 1 (Auxiliar de Limpeza)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Com a análise do levantamento de carga, obtiveram-se os seguintes resultados: LPR igual a 14,242 kg e IL igual a 0,07. O IL foi considerado bom, pois ficou abaixo de 1. Os resultados são demonstrados na Figura 43.

MÉTODO NIOSH

Ajuda

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador: _____

Empresa: _____

Setor: LIMPEZA

Função: AUX LIMPEZA

Peça Levantada: PREPARACAO LIMPEZA VIDROS

H: 20

V: 150

D: 150

A: 0

F: 0,94

QP: 1

P: 1

LPR: 14,242

IL: 0,07

😊 Bom: IL menor ou igual a 1

LEGENDA:

H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
F - Fator Frequência.
QP - Qualidade da Pega.
P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
IL - Índice de Levantamento.

CALCULAR

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

CONTROLE DE IL

INFORMAÇÕES

LIMPAR CAMPOS

Figura 43 - Resultado método NIOSH - Etapa 1 (Auxiliar de Limpeza)
FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

4.4.2. Etapa 2 (Limpeza)

Após a preparação da ferramenta (pano e vassoura) é realizada a limpeza dos vidros, conforme demonstra a Figura 44 abaixo.

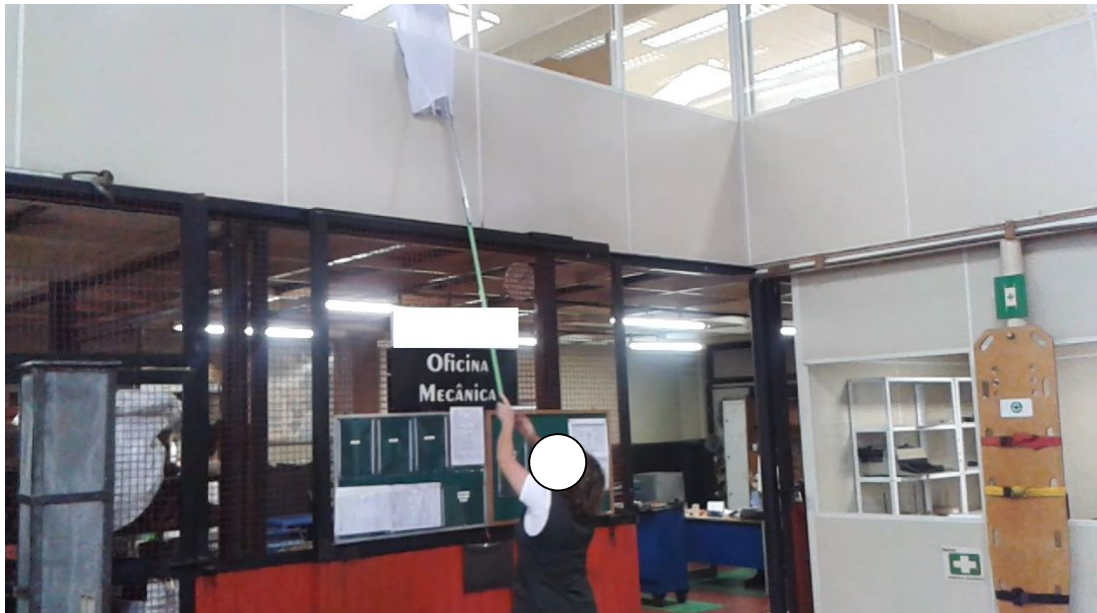


Figura 44 - Realização da limpeza dos vidros
FONTE: O AUTOR, 2015.

Analisando a postura da colaboradora nesta etapa, de acordo com o método OWAS (2321), obteve-se o resultado: são necessárias correções em um futuro próximo, conforme a Figura 45.

MÉTODO OWAS

Número de tarefas: 1

Postura das costas

1. Ereta
2. Inclínada
3. Ereta e torcida
4. Inclínada e torcida

Postura dos braços

1. Os dois braços abaixo dos ombros
2. Um braço no nível ou acima dos ombros
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

Postura das pernas

1. Sentado
2. De pé com ambas as pernas esticadas
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos
7. Andando ou se movendo

Esforço

1. Carga menor ou igual 10 Kg
2. Carga maior que 10 Kg e menor ou igual 20 Kg
3. Carga maior que 20 Kg

CATEGORIA DE AÇÃO

2. São necessárias correções em um futuro próximo

Figura 45 - Resultado método OWAS - Etapa 2 (Auxiliar de Limpeza)

FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

Com a análise do levantamento de carga, obtiveram-se os seguintes resultados: LPR igual a 6,346 kg e IL igual a 0,158. O IL foi considerado bom, pois ficou abaixo de 1. Os resultados são demonstrados na Figura 46.

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador: _____
 Empresa: _____
 Setor: LIMPEZA
 Função: AUX LIMPEZA
 Peça Levantada: PANO E VASSOURA

H: 20
 V: 170
 D: 120
 A: 0
 F: 0,45
 QP: 1
 P: 1
 LPR: 6,346
 IL: 0,158

Bom: IL menor ou igual a 1

LEGENDA

H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
 V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
 D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
 A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
 F - Fator Frequência.
 QP - Qualidade da Pega.
 P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
 LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
 IL - Índice de Levantamento.

Figura 46 - Resultado método NIOSH - Etapa 2 (Auxiliar de Limpeza)

FONTE: FBF SISTEMAS, 2015.

4.5. Síntese dos Resultados das Avaliações com os Métodos OWAS e NIOSH

4.5.1. Síntese de Resultados do Posto de Operador de Produção

O Quadro 12 relaciona os resultados antes das recomendações, as recomendações e o resultado após as recomendações realizadas no posto de trabalho.

Método	Etapa	Resultado Antes das Recomendações	Recomendações	Resultado Após as Recomendações
OWAS	1	São necessárias correções tão logo quanto possível.	Não foram necessárias recomendações.	---
	2	Não são necessárias mediadas corretivas.	Não foram necessárias recomendações.	---
	3	São necessárias correções imediatas.	- Adotar a postura 1121 e depositar os sacos vazios em frente ao trabalhador.	Não são necessárias mediadas corretivas.
NIOSH	1	LPR = 7,067 kg IL = 3,538	- Diminuir o saco de matéria prima para 15 kg. - Trocar os sacos para sacos com alças para transporte. - Elevar 50 cm o pallet que armazena os sacos. - O trabalhador deve ficar no meio dos 2 pallets para diminuir a torção do tronco. - Diminuir a frequência de levantamento para 2 sacos por minuto.	LPR = 15,034 kg IL = 0,998
	2	LPR = 6,484 kg IL = 3,856	- Diminuir o saco de matéria prima para 15 kg. - Trocar os sacos para sacos com alças para transporte. - Elevar o pallet em 60 cm para diminuir a distância vertical percorrida pelo saco. - Diminuir a distância vertical entre o chão e pega em 70 cm. - Diminuir a frequência de levantamento para 4 sacos por minuto.	LPR = 15,070 kg IL = 0,995
	3	LPR = 5,367 kg IL = 0,002	Não foram necessárias recomendações.	---

Quadro 12 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Operador de Produção

FONTE: O AUTOR, 2015.

4.5.2. Síntese de Resultados do Posto de Técnico Químico

O Quadro 13 relaciona os resultados antes das recomendações. Neste caso não foi necessária recomendação, pois os resultados neste posto de trabalho foram satisfatórios.

Método	Etapa	Resultado Antes das Recomendações	Recomendações	Resultado Após as Recomendações
OWAS	1	Não são necessárias medidas corretivas.	Não foram necessárias recomendações.	---
NIOSH	1	LPR = 11,344 kg IL = 0,529	Não foram necessárias recomendações.	---

Quadro 13 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Técnico Químico
FONTE: O AUTOR, 2015.

4.5.3. Síntese de Resultados do Posto de Auxiliar de Limpeza

O Quadro 14 relaciona os resultados antes das recomendações. Neste caso também não foi necessária recomendação, pois os resultados neste posto de trabalho foram satisfatórios.

Método	Etapa	Resultado Antes das Recomendações	Recomendações	Resultado Após as Recomendações
OWAS	1	Não são necessárias medidas corretivas.	Não foram necessárias recomendações.	---
	2	São necessárias medidas corretivas num futuro próximo.	Não foram necessárias recomendações.	---
NIOSH	1	LPR = 14,242 kg IL = 0,070	Não foram necessárias recomendações.	---
	2	LPR = 6,346 kg IL = 0,158	Não foram necessárias recomendações.	---

Quadro 14 - Síntese de resultados e recomendações do posto de Auxiliar de Limpeza
FONTE: O AUTOR, 2015.

4.5.4. Síntese Geral dos Resultados

Numa análise global dos resultados, somente o posto de trabalho Operador de Produção necessitou de intervenções nos processos, sendo necessárias 11 modificações. Nos outros dois postos de trabalho não houveram necessidades de intervenções de melhoria, porém recomenda-se o monitoramento dos mesmos para se evitar problemas futuros.

5. CONCLUSÕES

Embora a empresa em questão possua mais setores, foram avaliados somente os três setores mais críticos em relação à ergonomia. O estudo indica que o setor de Produção é o mais crítico e deve ser alvo de intervenções de melhorias o quanto antes, porém as intervenções não devem se restringir ao mesmo.

Destaca-se que a alteração das embalagens de matéria prima (sacos) pode ser considerada uma modificação chave para todo o processo de melhoria, uma vez que a empresa deve interagir com fatores externos à organização, o fornecedor do produto. No caso de não se modificar as embalagens, deverá ser realizado novo estudo para reavaliar o posto de trabalho e procurar novas medidas de melhoria.

Portanto, com o estudo pode-se identificar as rotinas de trabalho, analisar o levantamento das cargas e posturas de cada posto de trabalho avaliado e desenvolver uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

Cabe ressaltar ainda que durante a aplicação do questionário foi constatado que nenhum dos setores da unidade em estudo pratica a ginástica laboral, logo recomenda-se a adoção de um programa de ginástica laboral estendido a todos os trabalhadores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELLI, Bruna Angela. **Avaliação da carga de trabalho físico em trabalhadores de uma fundição através da variação da frequência cardíaca e análise ergonômica do trabalho.** Ação Ergonômica. Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 18-21, mar. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-4 – SESMT.** Manual de Legislação Atlas. 74º edição. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 – Ergonomia.** Manual de Legislação Atlas. 74º edição. 2014.

DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia prática.** 2ª ed. Tradução: Itiro Iida. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção.** 4ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

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

ERGOLÂNDIA. Software Ergolândia. Versão 5.0. Brasil: FBF Sistemas, 2015. Disponível em: <<http://www.fbfsistemas.com/ergonomia.html>>.

FALZON, Pierre. **Ergonomia.** 1ª reimpressão. Tradução: Giliane M J. Ingratta et al. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

FERREIRA, Ailton da Silva et al. **Análise ergonômica e aplicação do método OWAS em uma oficina de manutenção mecânica de uma usina termoeletrica.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30. São Carlos, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_116_759_16490.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2015.

MÁSCULO, Francisco; MATTOS, Ubirajara. **Higiene e segurança do trabalho.** Rio de Janeiro: Abepro, 2011.

MIGUEZ, Symone Antunes. **Intervenção ergonômica em uma indústria química.** 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem do Trabalho). Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Universidade Estadual de Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000360475&fd=y>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

MORAES, Anamaria de. MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: conceitos e aplicações.** 4ª ed. Rio de Janeiro: 2AB, 2009.

PINHEIRO, Ana Karla da Silva; FRANÇA, Maria Beatriz Araújo. **Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador.** v. 2. Goiânia: AB, 2006.

RIO, Rodrigo Pires do. PIRES, Lícínia. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica.** 3ª ed. São Paulo: LTr, 2001.

ROCHA, Geraldo Celso. **Trabalho, saúde e ergonomia.** 1ª ed. Curitiba: Juruá, 2008.

WACHOWICZ, Marta Cristina. **Segurança, saúde & ergonomia.** Curitiba: IbpeX, 2007.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos.** Curitiba: UTFPR, 2008.

VIEIRA, Jair Lot. **Manual de ergonomia: manual de aplicação da norma regulamentadora nº 17.** 2ª ed. São Paulo: EDIPRO, 2011.