

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

FABIANO PRUDÊNCIO DE OLIVEIRA

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO MANUSEIO DE VÁLVULAS DE UM  
SISTEMA DE FILTRO DE CARVÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO NO  
SISTEMA DE ABERTURAS DE VÁLVULAS

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA  
2013

FABIANO PRUDÊNCIO DE OLIVEIRA

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO MANUSEIO DE VÁLVULAS DE UM  
SISTEMA DE FILTRO DE CARVÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO NO  
SISTEMA DE ABERTURAS DE VÁLVULAS

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA  
2013

FABIANO PRUDÊNCIO DE OLIVEIRA

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO MANUSEIO DE VÁLVULAS DE UM  
SISTEMA DE FILTRO DE CARVÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOMAÇÃO NO  
SISTEMA DE ABERTURAS DE VÁLVULAS

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 – Câmpus Curitiba.

---

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

---

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

Curitiba  
2013

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

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato ao meu grande DEUS por ter me dado forças, atitude e me capacitado dia a pós dia para que este objetivo se tornasse realidade, sou grato a minha Esposa, pais e irmãos pela ajuda e aprendizado constante.

Sou grato aos meus colegas de trabalho e as pessoas que sempre estive do meu lado me apoiando, alguns em especial como: Juliano Novaes, Marco Nadal, Joel Garcia, Jorge Dias e todos os alunos do XXVII CEEEST, pela convivência diária e amizade durante o curso, ao meu professor orientador Rodrigo Eduardo Catai que dedicou seu tempo me passando diretrizes para a realização deste trabalho.

A todos os professores do XXVII Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal como Engenheiro de Segurança do Trabalho.

## RESUMO

A presente pesquisa trata de um estudo de caso realizado em uma empresa no seguimento de tratamento de águas e condensado localizado na cidade de Araucária/PR. Cujo objetivo é analisar as condições de trabalho dos operadores durante as manobras de abertura e fechamento de válvulas de uma unidade de filtro de carvão, através da aplicação da metodologia da análise ergonômica do trabalho – AET. Através de pesquisa e análise com questionário, foram identificadas as maiores queixas com relação a dores durante a realização do trabalho. As atividades dos operadores durante as manobras das válvulas propiciam a aparição destas dores devido ao trabalho rotineiros, esforço físico excessivo e ritmo acelerado para fechamento de ciclo do processo operacional. As condições organizacionais, ambientais e posicionamentos dos equipamentos (válvulas) também contribuem para a problemática do setor. Já que a operação faz parte do fluxo do processo produtivo sendo realizada esta manobra varias vezes ao longo da jornada de trabalho, cuja adoção de uma má postura somada a posicionamento de equipamentos inadequados, contribui para o aumento das dores. Mediante os levantamentos apontados neste estudo ergonômico, foram realizadas as devidas adequações do posto de trabalho implementado os sistemas de automação e substituído às válvulas manuais por válvulas de controle, dando melhor qualidade e segurança aos operadores deste processo, eliminando os riscos ergonômicos e riscos de acidentes inerentes à atividade.

**Palavras-Chaves:** Operadores, Manobras de válvulas, Ergonomia.

## ABSTRACT

This research is a case study in a company following water treatment and condensate located in Araucaria / PR. Whose goal is to analyze the working conditions of operators during the maneuvers of valve openings and closings of one unit of carbon filter, by applying the methodology of ergonomic analysis - AET. Through research and analysis with questionnaire identified the biggest complaints regarding pain during the course of the work. The activities of operators during maneuvers valves provide the appearance of these pains due to the work routine, excessive physical exertion and pace for closing cycle of the operational process. Organizational conditions, environmental and positioning of equipment (valves) also contribute to the problems of the sector. Since the operation is part of the flow of the production process being performed this maneuver several times throughout the workday, which adopt a poor posture coupled with inadequate equipment placement, contributes to the increase of pain. Through surveys pointed this ergonomic study, the necessary adjustments were done the job implemented automation systems and replaced the manual valves for control valves, giving improved quality and safety to the operators of this process, eliminating ergonomic hazards and risks of accidents inherent in the activity.

**Words – Chaves:** Operators, maneuvering valves, Ergonomics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ângulos de rotação de algumas articulações do corpo humano .....	19
Figura 2 – Alavanca interfixa .....	20
Figura 3 – Musculatura do pescoço .....	20
Figura 4 – Alavanca Interpotente .....	21
Figura 5 – Distribuição dos trabalhadores, quanto à idade. ....	26
Figura 6 – Distribuição dos trabalhadores, quanto à escolaridade.....	27
Figura 7 – Distribuição dos trabalhadores, quanto ao tempo de trabalho. ....	28
Figura 8 – Fotos do local de operação das válvulas .....	30
Figura 9 - Distribuição percentual das dores no corpo. ....	31
Figura 10 - Esquema do Processo Manual .....	32
Figura 11– Fotos da implementação dos sistemas de aberturas de válvulas .....	36

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Nível de escolaridade da amostra .....	27
---------------------------------------------------	----



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
1.1 OBJETIVOS .....	8
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>8</b>
1.3 JUSTIFICATIVAS.....	8
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>9</b>
2.1 ERGONOMIA .....	9
2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO – AET.....	10
2.3 ESTRUTURA DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	12
<b>2.3.1 Análise da demanda.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.2 Análise da Tarefa.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3 Análise da Atividade .....</b>	<b>13</b>
2.3.3.1 Projeto ergonômico do local de trabalho .....	14
2.3.3.2 Projeto ergonômico do ambiente de trabalho.....	15
2.4 BASES FISIOLÓGICAS DO TRABALHO MUSCULAR .....	16
<b>2.4.1 Trabalho Muscular Estático e Dinâmico.....</b>	<b>17</b>
2.5 BIOMECÂNICA DO TRABALHO.....	18
<b>2.5.1 Condições Posturais.....</b>	<b>22</b>
2.5.1.1 Postura em Pé.....	22
<b>2.5.2 A dor.....</b>	<b>24</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>26</b>
4.1 ANÁLISE DA DEMANDA .....	26
<b>4.1.1 Características da População de Trabalhadores.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.2 Condições Organizacionais .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.3 Condições Ambientais.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.4 Equipamentos de manobras (Válvulas).....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.5 Condições Posturais e a Dor.....</b>	<b>30</b>
4.2 ANÁLISE DA TAREFA .....	32
4.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE .....	33
4.4 DIAGNÓSTICO .....	34
4.5 RECOMENDAÇÕES.....	34
4.6 ADEQUAÇÕES DO POSTO DE TRABALHO.....	35
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O trabalho constitui uma das principais e mais expressivas dimensões da sociedade contemporânea. Sua lógica interna pressupõe a adesão integral das pessoas, empenhadas no cumprimento de metas e na execução de tarefas inadiáveis, circunstâncias não raro suscetíveis de ocasionar desconfortos e no limite, até mesmo problemas de saúde. Isto se reflete no momento de mudanças e transformações ocorridas no cenário nacional e mundial que afetam as sociedades, comunidades e classes sociais além das empresas e organizações principalmente dos países em desenvolvimento. Grande avanço tecnológico, mudanças cada vez mais rápidas, informatização e a exigência de profissionais preparados tanto física quanto intelectualmente marcam o cenário atual.

Os operadores da unidade de tratamento de água e condensado são os funcionários encarregados de realizar as manobras de todo processo de filtração dos filtros de carvão.

A escassez de estudos que pesquisem os postos de trabalhos dos operadores da unidade expõe estes a situações de riscos.

A NR-17 mostra as exigências mínimas a ser cumprida por parte dos empregadores, a legislação trata essencialmente das questões ergonômicas básicas, do posto de trabalho e dos treinamentos que os trabalhadores deverão receber sobre os riscos laborais de sua atividade. Quanto às questões ergonômicas dos postos de trabalho e ou readaptados do posto de trabalho de acordo com as normas.

O levantamento das condições atuais e as adaptações necessárias ao posto de trabalho para o desenvolvimento da atividade laboral sem prejudicar a saúde do trabalhador, é o tema essencial desta pesquisa. Elaborada através de estudo de caso realizado em uma empresa no seguimento de tratamento de águas e condensado localizado na cidade de Araucária. Onde foi aplicada a metodologia da análise ergonômica do trabalho (AET). Cujo objetivo é analisar as condições de trabalho dos operadores durante as manobras de aberturas e fechamentos de válvulas de uma unidade de filtros de carvão.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as condições de trabalho dos operadores de uma linha de processo de filtro de carvão, utilizando um conjunto de procedimentos metodológico denominado análise ergonômica do trabalho (AET).

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar as características dos trabalhadores do posto estudado;
- b) Caracterizar a atividade profissional no âmbito da saúde ocupacional;
- c) Determinar qual o fator de maior demanda entre os problemas apresentados;
- d) Diagnosticar a situação apresentada e propor recomendações de melhoria;
- e) Adequar e implementar os sistemas operacionais dos filtros de carvão ao operador.

## 1.3 JUSTIFICATIVAS

Os operadores dos filtros de carvão realizam mais funções além do especificado para esta atividade. A intensidade em que os operadores realizam estas manobras é muito alta, não só pela quantidade e diversidade de tarefas que realiza, senão pela freqüência, o que traz um aumento da carga mental e física destes trabalhadores. Com isto proporcionando um grande número de queixas quanto a dores em geral e transtornos do sistema musculoesquelético. Alguns fatores podem indicar a necessidade de elaboração de um estudo ergonômico, como: trabalho que exige movimentos repetitivos, trabalho que exige posturas rígidas ou fixas, esforço físico excessivo, queixas de dores musculares.

As atividades dos operadores dos filtros de carvão apresentam riscos que devem ser analisados com o objetivo de conseguir sua minimização ou eliminação. A qualidade de vida que um indivíduo, possa ter esta intimamente ligada à qualidade do trabalho, às condições adequadas ou não em que ele desenvolve suas atividades.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 ERGONOMIA

A primeira definição de ergonomia foi criada em 1857 na égide do movimento industrialista europeu, por um cientista polonês, Wojciech Jarstembowsky, diz ele que “a ergonomia como uma ciência do trabalho requer que entendamos a atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação”.

Segundo Lida (1990), ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente, e particularmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas surgidos desse relacionamento.

Os objetivos práticos da ergonomia são a segurança, satisfação e bem-estar. A ergonomia focaliza o homem, além da máquina, o ambiente, a informação, a organização e as conseqüências do trabalho. As condições de insegurança, insalubridade, desconforto e ineficiência são eliminadas quando adequadas às capacidades e limitações físicas e psicológicas do homem (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Para Mengatto (2004), a Ergonomia expandiu – se durante a Segunda Guerra Mundial, quando pela primeira vez, houve uma conjugação sistemática de esforço entre tecnologia e ciências humanas. Após a guerra, a indústria aproveitou esses estudos a fim de resolver problemas causados pela operação de equipamentos.

A data oficial de nascimento da ergonomia foi em 12 de julho de 1949 na Inglaterra. Foi a primeira vez que um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu para discutir a nova ciência. O termo ergonomia se espalhou por diversos países da Europa, onde foi fundada a Associação Internacional da Ergonomia. O nascimento da ergonomia, porém, é antiga, a preocupação de adaptar os objetos de produção ao homem iniciou-se já na Idade Média de maneira rudimentar (IIDA, 1990). A evolução da ergonomia é devida a Revolução Industrial e o avanço dos meios de produção e ergonomia têm pelo menos duas finalidades: o melhoramento e a conservação da saúde dos trabalhadores, e a concepção e o funcionamento satisfatórios do sistema técnico do ponto de vista da produção e da segurança (WISNER, 1994).

A Ergonomia busca melhorar a qualidade de vida do trabalhador assim como o aumento da produtividade, por tal, motivo, é essencial o estudo social do ambiente industrial. Para Dias Junior (2004), a Ergonomia pode contribuir para o projeto e modificação de ambientes de trabalho maximizando a produção como também determinando a saúde e bem-estar dos trabalhadores, e ainda, as condições de sobrevida digna e cidadã desses trabalhadores.

Conforme Silva (2000), O futuro da ergonomia demanda por novas pesquisas, há muito para se fazer, aparecem novas áreas de interesse para ergonomia, trabalhadores mais informados e organizados, consumidores mais exigentes e sofisticados, a competição industrial tendo requisitos ergonômicos como vantagens, aumentando a qualidade, investimentos internos na empresa, qualificação dos trabalhadores considerados patrimônio importante da empresa. A tecnologia tem exigido revisar critérios ergonômicos.

Para Abergo (2005), a definição hoje internacionalmente aceita chama a atenção para três aspectos que são:

- O tipo de conhecimento e suas inter-relações
- O foco nas mudanças
- Os critérios da ação ergonômica.

Afirma Vidal (2004), desde a fase primordial quando se implantaram as bases da ergonomia até o período atual, a ergonomia brasileira passou da posição de uma manifestação de cunho acadêmico para a prática profissional.

A ergonomia estuda a atividade do homem no trabalho com o objetivo de contribuir na concepção de ferramentas, máquinas e sistemas de produção adaptados às características fisiológicas e psicológicas do ser humano, com critérios de saúde e de produtividade conforme cita (DUTRA, 1999).

## 2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO – AET

A análise ergonômica do trabalho (AET) é uma metodologia que estuda o modo operatório para compreender a interação dos trabalhadores com a tecnologia, a organização e o ambiente de trabalho, buscando tornar o trabalho mais simples, seguro, confortável e produtivo (CARVALHO, 2013).

Para Ana Regina (2013) é importante salientar que sua aplicabilidade não se restringe somente ao sistema homem-máquina.

Conforme Douglas Carvalho (2013) é possível através da análise do trabalho, entender a atividade dos trabalhadores, como por exemplo, postura, esforços, busca de informação, comunicação, como uma resposta pessoal a uma série de determinantes, algumas são relacionadas à empresa, como a organização formal do trabalho e outras relacionadas ao trabalhador. Como por exemplo, as características pessoais, idade, experiências e outros.

Conforme Salermo (2000), a característica distintiva da AET não está nos seus instrumentos de coleta de campo, mas no detalhamento e no olhar profundo sobre o trabalho, que é o elemento privilegiado e não considerado impessoal. A AET apresenta as seguintes características:

- É um instrumento eficaz para a discussão das condições do trabalho. Partindo do pressuposto lógico de que é foco da análise da condição de trabalho, sem se importar em discutir pertinências das ações dos trabalhadores com as estratégias e objetivos da produção, mas importando com relação às condições de carga, ritmo, penalidades, sofrimento, etc. Podendo contribuir largamente para a melhoria das condições concretas de trabalho, a partir do real.
- Quanto mais detalhada for à análise, menor a abrangência.
- A metodologia parte da tarefa, ou uma forma rigorosa em si, mas pertinente para o "trabalho prescrito". Especificamente de tarefa individual prescrita é o que vai possibilitar o contraponto com o real, que é assumido individualmente;
- Há uma abordagem que induz, mas que não determina a uma super valorização das ações do analisado. Agindo assim porque as condições o obrigam, criando condições para que se tenha mais facilidade para tal ação.

Para Laville (1977), a análise ergonômica apresenta uma possibilidade de compreensão mais abrangente da situação de trabalho, por meio do estudo de todos os componentes envolvidos numa situação de desempenho produtivo, relacionando-os da mesma forma que se processam no cotidiano da empresa. Sendo assim, a análise ergonômica do trabalho tem por objetivo a análise das exigências e condições reais da tarefa e análise das funções efetivamente utilizadas pelos trabalhadores para realizar sua tarefa.

## 2.3 ESTRUTURA DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A estrutura da AET é composta por cinco etapas: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico e recomendações. As três primeiras etapas constituem a fase de análise e permitem realizar o diagnóstico para formular as recomendações ergonômicas (IIDA, 2005).

Para Guérin et al. (1997), é necessário que se distingam as três realidades como sendo:

- Tarefa como resultado antecipado fixado em condições determinadas;
- Atividade de trabalho como realização da tarefa;
- Trabalho como unidade da atividade de trabalho, das condições reais e dos resultados efetivos dessa atividade.

A análise do trabalho é uma análise de atividade que confronta com a análise dos outros elementos do trabalho.

### 2.3.1 Análise da demanda

A demanda é a descrição de um problema ou uma situação problemática, justificando a necessidade de uma ação ergonômica (IIDA, 2005). A demanda pode ter origens de pessoas ou grupos da empresa.

São exemplos de requisitos que podem indicar uma demanda e a necessidade de elaboração de um estudo ergonômico (REGINA, 2013):

- Trabalho que exija grande esforço físico;
- Trabalho que exija posturas rígidas ou fixas;
- Introdução de novas tecnologias no processo de produção;
- Alto índice de rotatividade da mão de obra
- Frequência e gravidade de acidentes de trabalho;
- Presença maciça de jovens;
- Queixas de dores musculares;
- Conflitos freqüentes com empregados;
- Trabalho exigindo movimento repetitivo;
- Trabalho em turnos;
- Situações outras detectadas pelo Mapa de Risco (PPRA).

Essa análise procura compreender a natureza e dimensão dos problemas apresentados, muitas vezes, esse problema é apresentado de forma parcial, mascarando outros de maior relevância (SANTOS e FIALHO, 1997).

### **2.3.2 Análise da Tarefa**

A tarefa não é o trabalho, mas o que é prescrito pela empresa ao operador. Esta prescrição é inerente ao operador, devendo ser, portanto exterior, que termina e obriga sua atividade. Mas ao mesmo tempo, ela é um quadro indispensável para que ele possa operar (GUÉRIN et al.,1997). Ela representa o conjunto de objetivos prescritos, que os trabalhadores devem cumprir. Pode estar contida em documentos formais, como a descrição dos cargos e ordens de serviço. A AET analisa a discrepância entre aquilo que está prescrito e o que é executado. Portanto a AET não pode basear-se simplesmente nas tarefas, mas deve observar como as mesmas de distanciam da realidade (IIDA, 2005).

Nesta fase, a partir das hipóteses previamente estabelecidas pela demanda, é definida a situação de trabalho a ser estudada, delimitando o sistema “ homem-tarefa” a ser adotado. A possibilidade de confirmação ou recusa das hipóteses previamente formuladas pela demanda, ou ainda formular novas hipóteses a partir dessas condicionantes de trabalho.

### **2.3.3 Análise da Atividade**

Enquanto a análise da tarefa consiste naquilo que deve ser realizado e que meios estão disponíveis para esta realização, a atividade consiste no estudo do comportamento dos operadores em relação às ferramentas e sistemas utilizados, com relação aos movimentos da cabeça, olhos e gestos (WISNER, 1987). Através do estudo do comportamento humano, obtêm dados que poderão ser confrontados com os dados das fases anteriores (demanda e tarefa), comprovando ou refutando as hipóteses formuladas, ou permitindo a formulação de novas hipóteses.

A atividade é influenciada por fatores internos e externos. Os fatores internos são originados do próprio trabalhador e são caracterizados pela sua formação, experiência, sexo e outros, além da sua disposição momentânea, como motivação,



vigilância, sono e fadiga etc. Os fatores externos referem-se às condições que a atividade é executada. Classificam-se em três tipos: conteúdo do trabalho (objetivos, regras e normas); organização do trabalho (constituição de equipes, horários, turnos); e meios técnicos (máquinas, equipamentos, arranjo e dimensionamento do posto de trabalho, iluminação e ambiente térmico) (IIDA, 2005).

### 2.3.3.1 Projeto ergonômico do local de trabalho

Trata-se do arranjo físico do local de trabalho (layout), é o estudo da distribuição espacial ou do posicionamento relativo dos diversos elementos que compõem o posto de trabalho (IIDA, 2005).

- Aspectos antropométricos do trabalho:

Para Slack et al. (1997), algumas melhorias ergonômicas estão inicialmente preocupadas com o que são chamados aspectos antropométricos do trabalho.

Os aspectos antropométricos do trabalho são os aspectos relacionados a tamanho, forma e outras habilidades físicas das pessoas. A tarefa de um projeto de montagem deveria ser direcionada parcialmente pelo tamanho e pela força dos operadores que deveriam fazer o trabalho (SLACK et al., 1997).

Portanto, dados antropométricos são aqueles que demonstram a variação de tamanho (altura), ou quando o princípio é aplicado a outras dimensões do corpo, como comprimento dos braços, altura dos olhos, comprimento do pé, peso e outros.

- Aspectos neurológicos do posto de trabalho:

Os aspectos neurológicos se traduzem na forma como as capacidades sensoriais das pessoas são usadas em seus trabalhos.

O estresse também é um fator neurológico que influencia muito os trabalhadores. Para Silva (1999), o estresse pode originar-se, basicamente, de três fontes: família, do trabalho e do ambiente em que se vive.

As pessoas estressadas apresentam algumas modificações visíveis de comportamento. Em primeiro lugar, há uma perda da auto-estima e da autoconfiança, depois surgem os problemas com o sono caracterizado pela insônia e há ainda, manifestações de agressividade e início de consumo excessivo de álcool, fumo e drogas. O estresse envolve também o relacionamento entre o chefe e funcionário (NICOLETTI, 1997).

A desumanização do trabalho, presente na produção em larga escala, que tem como característica marcante a mecanização e a burocratização se tornam agentes estressantes porque atentam contra as necessidades individuais de satisfação, realização, entre outras.

### 2.3.3.2 Projeto ergonômico do ambiente de trabalho

O homem vive e trabalha em um ambiente que podemos caracterizar por meio de medidas físicas: meio térmico, sonoro, luminoso, vibratório. Ele conserva a integridade de seu organismo quando esses meios não ultrapassam certos limites (LAVILLE, 1977).

#### a) Temperatura do ambiente de trabalho

Dentro do projeto ergonômico do ambiente, Slack et al. (1997), ressalta a importância em prever as reações dos indivíduos à temperatura de trabalho. Os indivíduos variam o desempenho e conforto de acordo com a variação da temperatura. A temperatura também é influenciada por outros fatores, como umidade e movimento do ar.

É importante destacar que o homem é um animal homeotérmico, ou seja, sua temperatura interna deve ser mantida em aproximadamente 37°C. Essa temperatura pode oscilar 2°C para mais ou para menos, qualquer valor fora dessa faixa é indicação de alguma anormalidade no corpo do indivíduo (SLACK et AL., 1997).

#### b) Iluminação do ambiente de trabalho

A intensidade de iluminação requerida para desempenhar qualquer trabalho dependerá de sua natureza. Os trabalhos que envolvem movimentos mais delicados e precisos requerem níveis muito altos de iluminação, já trabalhos menos delicados requerem níveis menores de iluminação (LAVILLE, 1977).

O sistema visual é um "instrumento" particularmente importante na procura de informações a respeito do trabalho: é um meio privilegiado de reconhecimento do espaço no qual o homem se desloca; controla de modo imediato e permanente os atos do operador e seus efeitos sobre a tarefa e o meio ambiente. Uma das particularidades do aparelho visual é que ele é orientado: seu campo de percepção é

estreito, mas, em compensação, o olho é móvel na cavidade orbital e os movimentos da cabeça também aumentam o espaço atingido; desse modo, as informações são obtidas sucessivamente (LAVILLE, 1977).

#### c) Ruído do ambiente de trabalho

A definição da palavra ruído é a de que se trata de um som incomodo. Realmente, existem sons que percebemos como agradáveis; somente após se tornarem incômodos e perturbadores, os designamos como ruído (GRANDJEAN, 1998).

Além dos efeitos, os altos níveis de barulho também podem reduzir o desempenho para níveis muito baixos em tarefas que requerem atenção e julgamento. Os ruídos imprevisíveis são mais perturbadores do que os barulhos constantes no mesmo nível, o barulho mais provável afetará a taxa de erro (qualidade) do trabalhador em maior escala que a sua produção (SLACK et al., 1997).

## 2.4 BASES FISIOLÓGICAS DO TRABALHO MUSCULAR

Conforme Grandjean (1998), o aparelho de movimentação das pessoas é o sistema muscular distribuído em todo o corpo. Este sistema representa cerca de 40% do peso corporal. Cada músculo compõe-se de um grande número de fibras musculares, que conforme o tamanho do músculo, podem ter de 0,5 a 14cm de comprimento. A espessura da fibra muscular oscila em torno de 0,1 mm.

Pode-se contar com 100.000 a 1.000.000 de fibras musculares por músculo, que nas duas pontas unem-se nas fibras dos tendões. Em músculos longos encontram-se ocasionalmente fibras musculares encadeadas em série. Os conjuntos de fibras tendinosas, formam nas extremidades dos músculos os resistentes e pouco elásticos tendões, que por sua vez estão fixados no sistema ósseo (GRANDJEAN, 1998).

A mais importante característica dos músculos é a sua capacidade de contrair-se. Chama-se este ato de contração muscular. Um músculo pode contrair-se até a metade de seu comprimento normal. Em uma contração total, o trabalho do músculo

será tanto maior quanto maior o seu comprimento. Por esta razão, os atletas tratam de alongar seus músculos com exercícios de alongamento (GRANDJEAN, 1998).

Cada fibra muscular contrai-se com uma determinada força e a força total do músculo é a soma da força das fibras envolvidas na contração. A força absoluta do músculo está na faixa de 30 a 40 N/cm<sup>2</sup> da secção transversal de músculo. Isto significa que um músculo com 1cm<sup>2</sup> de secção transversal pode suportar um peso de 3 a 4 kg no sentido vertical (GRANDJEAN, 1998).

Portanto, a força natural de uma pessoa depende, em primeiro lugar, da secção transversal de seu músculo. Por esta razão, uma mulher em um mesmo grau de condicionamento físico, por ter uma secção transversal muscular menor, tem 30% menos força máxima muscular que o homem (GRANDJEAN, 1998, pg.14).

O músculo produz maior força no início da contração, quando ele ainda está com seu comprimento de estado descontraído. Com o crescente encurtamento do músculo, diminui a força produzida (GRANDJEAN, 1998).

#### **2.4.1 Trabalho Muscular Estático e Dinâmico**

Em fisiologia do trabalho se distingue duas formas de esforço muscular (GRANDJEAN, 1998):

- Trabalho muscular estático (postural) o músculo exerce contração isométrica;
- Trabalho muscular dinâmico (rítmico) o músculo exerce contração isotômica.

O trabalho dinâmico caracteriza-se por uma seqüência rítmica de contração e extensão da musculatura. O trabalho estático caracteriza-se por um estado de contração prolongado da musculatura, mantendo uma postura (GRANDJEAN, 1998).

O músculo humano se nutre principalmente no período de relaxamento. Isto é devido ao fato de que, com o esforço muscular, a pressão interna do músculo ultrapassa o valor da pressão arterial do sangue, ocorrendo um fechamento dos vasos sangüíneos que nutrem os músculos.

No trabalho estático os vasos sangüíneos são pressionados pela musculatura contraída em prejuízo do afluxo de sangue. O músculo não recebe suficiente açúcar e oxigênio do sangue, devendo usar suas próprias reservas. Os resíduos não são retirados e causam a aguda dor da fadiga (GRANDJEAN, 1998).

Na contração estática o músculo se contrai e permanece contraído, deixando de receber seu aporte sangüíneo. Os processos metabólicos que deveria se passar por via aeróbica, passam a ocorrer por via anaeróbica, com a produção e acúmulo de ácido láctico, que irrita as terminações nervosas do músculo ocasionando dor.

Este fenômeno tem as seguintes repercussões ao nível local (músculo) e ao nível geral:

- Ao nível do músculo: durante a contração estática, a fadiga muscular se desenvolve rapidamente e obriga ao relaxamento da contração. O tempo durante o qual podemos manter a contração é proporcional à tensão exercida, ou seja, quanto maior a tensão, menor o tempo de manutenção.
- Ao nível do sistema cardiovascular, um mecanismo reflexo se inicia para lutar contra a diminuição do afluxo sanguíneo muscular: a FC e a pressão arterial aumentam. Esta resposta cardiovascular é proporcional à intensidade da contração (em % de FMV) e ela aumenta linearmente com o tempo de contração. No entanto esta resposta é independente da massa muscular que se contrai, o que explica que para uma mesma tensão relativa (% FMV) o efeito cardiovascular é idêntico com um pequeno (mão) ou com um grande grupo muscular (coxas).

Esta característica do trabalho muscular estático permite compreender porque uma má postura de trabalho, mesmo se ela concerne que uma pequena massa muscular, um braço por exemplo, por ser nociva. Os efeitos estáticos podem ser resumidos da seguinte maneira (GRANDJEAN, 1998):

- Fadiga muscular local, cuja velocidade de aparecimento é função da intensidade da contração (em % de FMV);
- A elevação desproporcional da FC (frequência cardíaca) e da pressão arterial, em relação à energia consumida para efetuar a tarefa.

## 2.5 BIOMECÂNICA DO TRABALHO

Conforme Gertz (1998), o corpo humano é um equipamento maravilhoso, que produz movimentos rápidos e precisos, transforma alimentos variados em energia, possui uma capacidade de adaptação fantástica, e além de tudo se regenera quando avariado. Porém, para efeito de estudo, pode ser visto como uma máquina, formado por uma estrutura rígida, com articulações e com sistemas tracionadores.

Para estudar uma máquina usa-se a Mecânica, para estudar máquinas vivas usa-se a Biomecânica.

Pode-se correlacionar as funções do sistema osteomuscular do ser humano com os componentes de uma alavanca, como a seguir (GERTZ,1998):

- O osso é o segmento rígido;
- A articulação é o ponto de apoio;
- A força atuante é exercida pelos músculos;
- A força resistente é exercida pelo peso do segmento corpóreo acrescido, se houver do peso de um objeto que esteja sendo levantado.

Os ossos e os músculos do corpo humano são responsáveis pelo movimento. Quando um músculo se contrai ou relaxa, ele exerce uma força sobre um osso, que tende a girar em torno de uma articulação. A figura abaixo mostra os ângulos de rotação da cabeça, braço, antebraço, pernas e mão. Pois é da amplitude de rotação das articulações que dependem as medidas dos espaços de movimentação dos membros.




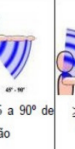


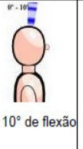



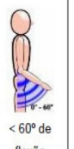
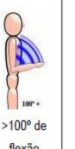
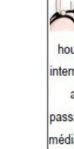




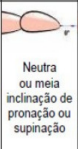
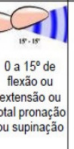

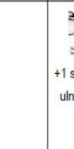


GRUPO A - POSIÇÕES						GRUPO B - POSIÇÕES						
Escores	1	2	2	3	4	Ajustes	Escores	1	2	3	4	Ajustes
BRAÇO	 20° de extensão a 20° de flexão	 > 20° de extensão	 20 a 40° de flexão	 >45 a 90° de flexão	 ≥ 90° de flexão	+1 se ombro elevado ou braço abduzido -1 se posição de tronco inclinada ou peso do braço suportado	PESCOÇO	 0 a 10° de flexão	 10 a 20° de flexão	 > 20° de flexão	 em extensão	+ 1 se o pescoço está torcido ou inclinado lateralmente
ANTE-BRAÇO	 60 a 100° de flexão	 < 60° de flexão	 >100° de flexão		 +1 se houver rotação interna do braço e antebraço passando da linha média do corpo ou rotação externa do braço	TRONCO	 0° ou bem apoiado quando sentado	 0 a 20° de flexão	 20 a 60° de flexão	 > 60° de flexão	+ 1 se o tronco está torcido ou inclinado lateralmente	
PUNHO	 Neutra ou meia inclinação de pronação ou supinação	 0 a 15° de flexão ou extensão ou total pronação ou supinação		 ≥ 15° de flexão ou extensão	 +1 se em desvio ulnar ou radial	PERNAS	 Pernas e pés bem apoiados e equilibrados	 Ao contrário				

Figura 1 – Ângulos de rotação de algumas articulações do corpo humano  
Fonte: ERGOLANDIA 3.0, 2013

Em mecânica, são descritos 3 tipos de alavancas, dependendo da posição relativa dos diversos componentes (COUTO, 1995).

Alavanca de 1º grau, ou alavanca interfixa. Neste tipo, o ponto de apoio se encontra entre a potência e a resistência (Figura 02). Quanto maior for a distância da potência ao ponto de apoio, tanto menor terá que ser a potência necessária para vencer uma determinada resistência.

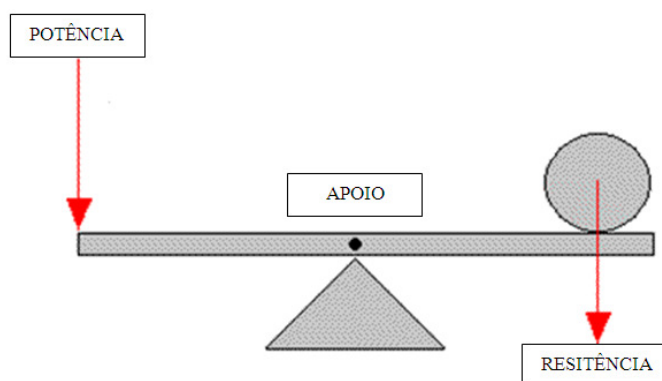


Figura 2 – Alavanca interfixa  
Fonte: MUNDO EDUCATIVO, 2013.

O ser humano possui alavancas interfisas principalmente nas áreas relacionadas ao equilíbrio do corpo: pescoço, lombossacras, joelhos e tornozelos (COUTO, 1995).

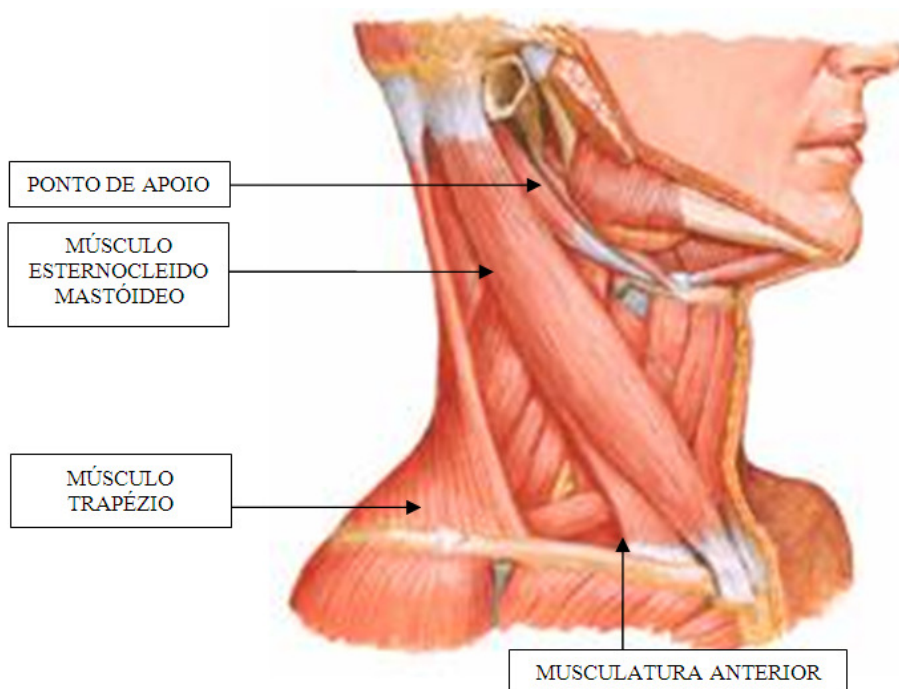


Figura 3 – Musculatura do pescoço  
Fonte: TORCICOLO, 2013.

Alavanca de 2º grau, ou inter-resistente. Aqui, como o braço de potência é sempre maior que o braço de resistência, a intensidade da força necessária para vencer uma determinada resistência é sempre menor que o valor nominal da resistência. Este tipo de alavanca “não” é praticamente encontrado nos segmentos do nosso corpo.

Alavanca de 3º grau é também denominada alavanca interpotente, e sua característica básica é que o braço de potência é sempre menor que o braço de resistência. Em outras palavras, para vencer uma determinada resistência, há sempre necessidade de se desenvolver um esforço físico bem maior do que o valor nominal da resistência a ser vencida. Este é o tipo de alavanca predominante no nosso sistema osteomuscular. Se por um lado este tipo de alavanca apresenta grande desvantagem mecânica quando se trata de vencer resistência, ele apresenta uma vantagem acentuada no que se refere à velocidade e amplitude dos movimentos, pois é fácil entender que (como no exemplo da figura 05) uma contração de 1cm do músculo bíceps equivale a um deslocamento de aproximadamente 15 cm da ponta dos dedos.

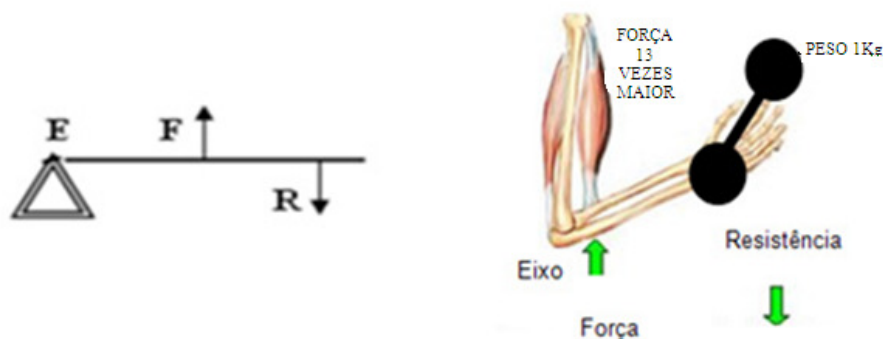


Figura 4 – Alavanca Interpotente  
Fonte: GEASE, 2013.

O corpo humano é prejudicado por não apresentar uma estrutura para desenvolver trabalhos que necessitem de aplicação de carga, entretanto, é capaz de desenvolver movimentos com grande velocidade e precisão, como colocar a linha no buraco da agulha, digitar, escrever com uma caneta, etc (GERTZ, 1998).

Em biomecânica as forças aplicadas ao corpo podem ser divididas em dois tipos, as forças externas e as forças internas. As forças externas são aquelas exercidas na superfície do corpo. As forças internas são geradas pelos músculos e



tendões e são reação às externas. Se o corpo está parado, o somatório das forças internas e externas deve ser zero (GERTZ, 1998).

### **2.5.1 Condições Posturais**

As posturas desfavoráveis podem conduzir ao desenvolvimento de DORT, quer se trate de posturas estáticas ou de variações posturais de grande amplitude ou com grande velocidade durante a execução da tarefa.

Os operadores dos filtros de carvão é uma atividade que contém em si o fator básico para a ocorrência de lesões por esforços repetitivos nos membros superiores. A repetitividade dos movimentos, segundo a literatura disponível, pode se tornar crítica quando o seu limite é ultrapassado e não existe o tempo necessário para a recuperação da integridade dos tecidos, e por estas razões, é um profissional submetido à altas exigências físicas e psíquicas (COUTO, 1999).

Conforme Malchaire (1997), as posturas desfavoráveis mais citadas são: elevação dos ombros (associados ao trabalho dos braços acima dos ombros), flexão com torção ou inclinação lateral da cabeça, posturas extremas dos cotovelos como a flexão, extensão, a pronação e/ou a supinação (as epicondilites são associadas aos movimentos extremos de rotação do antebraço eventualmente combinadas aos movimentos de flexão e extensão do punho), os desvios dos punhos como a flexão, extensão, os desvios radiais e cubitais extremos (as tenossinovites ao nível da mão e punhos são principalmente associadas à repetição dos movimentos em flexão e extensão e agravadas pelos desvios cubitais e radiais extremos).

#### **2.5.1.1 Postura em Pé**

A adoção da postura em pé nem sempre é justificada pelas características do trabalho a ser efetuado, em um grande número de casos observa-se que o trabalhador está de pé ou em mau posicionamento simplesmente porque o projetista do sistema ou equipamento não previu os riscos ergonômicos e acidentes ao operador durante sua operação, podendo ser realizado as operações remotamente (VOTELLER, 2002).

A manutenção prolongada de posturas em pé imóvel tem os seguintes inconvenientes (VOTELLER, 2002):

- Tendência à acumulação do sangue nos vasos das pernas, o que predispõe o aparecimento de insuficiência venosa nos membros inferiores. Provocando sensação de pernas pesadas e de varizes;
- Sensações dolorosas ao nível das superfícies de contato articulares que suportam o peso do corpo;
- A tensão muscular desenvolvida em permanência para manutenção do equilíbrio traz mais dificuldades para execução de trabalhos de precisão.

A penosidade natural da postura em pé é reforçada por tudo que aumente o esforço estático ligado a esta postura: trabalho com os braços acima dos ombros, inclinação do corpo para frente ou torção lateral, que aumentam a tensão muscular necessária para manter o equilíbrio (MAIRIAUX, 1992).

Ao caminhar, a musculatura da perna funciona como uma motobomba, através da qual a pressão hidrostática do sistema venoso é compensada e o sangue retorna de modo ativo para o coração. O ser humano está relativamente bem aparelhado para ficar na postura de pé, desde que haja alguma movimentação (MAIRIAUX, 1992).

A coluna vertebral funciona como uma estrutura que permite ao ser humano ter ao mesmo tempo uma estrutura fixa para sustentação do corpo e uma estrutura móvel que o possibilita mover a parte superior do corpo (MAIRIAUX, 1992).

As curvaturas da coluna vertebral garantem um equilíbrio relativamente fácil do ser humano na posição de pé, parado, isto porque o esqueleto e os músculos “descansam” nas curvaturas da coluna e nos ligamentos (MAIRIAUX, 1992).

Para equilibrar-se, a coluna vertebral utiliza as seguintes curvaturas, de baixo para cima; a lordose lombar, a cifose torácica e a lordose cervical. É interessante notar que, nestas curvaturas, a coluna é firmada pelo ligamento longitudinal anterior (nas lordoses) e pelo ligamento longitudinal posterior (na cifose). Este apoio permite que os músculos lombares, na posição ereta, tenham apenas um grau de contração estática muito pequena, com pouca tendência à fadiga (IIDA, 2005).

A posição parada, em pé, é altamente fatigante porque exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter essa posição. O coração encontra maiores resistências para bombear o sangue para os extremos do corpo. As

peças que executam trabalhos dinâmicos em pé, geralmente apresentam menos fadiga que aquelas que permanecem estáticas ou com pouca movimentação (IIDA, 2005).

### 2.5.2 A dor

A dor é um mecanismo protetor do corpo. Ocorre sempre que qualquer tecido é lesado, e determina uma reação do indivíduo para remover o estímulo doloroso (GYTON A.C, 1993).

Segundo Voteller (2002), nenhuma parte do corpo escapa de uma incidência menor ou maior de dor quando o assento não proporciona o devido suporte à estrutura óssea e, associado à postura incorreta, causa pressão indevida sobre os tecidos moles do corpo interferindo na circulação sanguínea.

Algum dos movimentos mais repetidos, nas atividades dos operadores dos filtros de carvão, é citado por diversos autores, como os movimentos mais agressivos para os membros superiores, são eles (VOTELLER, 2002):

- Realizar uma torção do tronco, isto aumenta a pressão dentro do disco intervertebral e exige muito da musculatura, causando dor;
- Permanecer por longos períodos na mesma posição, tanto sentado quanto em pé, isto aumenta a produção de ácido láctico nos músculos, causando dor;
- Elevar um peso longe do corpo. Todo peso deve ser elevado e transportado o mais próximo possível do tronco e de maneira simétrica, distribuindo igual, nunca só de um lado.

Para Baú (2002), quando o trabalho apresenta algumas das características acima, as pausas se tornam indispensáveis, como forma de prevenção da fadiga muscular. Quanto mais frequentes as pausas, mesmo que de curta duração, permite ao trabalhador manter seu ritmo de trabalho por maior tempo e com melhor qualidade física.

A estabilização estrutural da coluna, ainda de acordo com Baú (2002), ocorre por volta dos 25 anos de idade. Portanto, a população mais sujeita a adquirir problemas de lombalgias, associados à má postura, encontra-se nesta faixa etária. Em muitos casos o problema só se manifesta após a estabilização da coluna, quando a doença ocupacional já foi adquirida.

### 3 METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (1998), pesquisa é um conjunto de desenvolvimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos mediante a utilização de métodos científicos.

Esta pesquisa trata de um estudo de caso realizado em uma empresa no seguimento de tratamento de águas e condensado localizado na cidade de Araucária. O setor analisado foi uma linha de filtros de carvão avaliando as condições de trabalhos dos operadores durante as manobras de aberturas e fechamentos de válvulas, foi aplicada a metodologia da análise ergonômica do trabalho – AET, que tem como objetivo averiguar qualitativa e quantitativamente as condições de trabalho do posto de trabalho em estudo.

A coleta de dados para a realização da pesquisa foi realizada através dos procedimentos descritos abaixo e seguindo a ordem estabelecida:

1º Entrevistas com os profissionais da área de segurança do trabalho (médico, técnico e engenheiro);

2º Observação direta do ambiente de trabalho que os operadores ficam submetidos, quanto ao ruído, temperatura e ventilação. Não foi feita nenhuma medição utilizando aparelho, foi levada em consideração apenas a percepção do observador;

3º Aplicação de um questionário a 16 operadores dos filtros de carvão que correspondem a 80% do total. O questionário, é a técnica de investigação escrita às pessoas, tem por objetivo o conhecimento de opiniões, interesses, expectativas, situações vivenciadas, etc (GIL, 1999);

4º Entrevista com quatro operadores dos filtros de carvão;

5º Entrevistas com um encarregado do setor;

6º Observação direta, durante um período de aproximadamente quatro horas ao longo de 5 meses alternados e em horários também alternados, das atividades realizadas pelos operadores dos filtros de carvão;

7º Foram tiradas fotografias dos filtros de carvão e das válvulas de controles para registrar como esta o posicionamento das válvulas;

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISE DA DEMANDA

#### 4.1.1 Características da População de Trabalhadores

A população de trabalhadores é essencialmente masculina. Com isto é importante resaltar que a força natural de uma pessoa depende, em primeiro lugar, da secção transversal de seu músculo. Por esta razão neste processo não tem trabalho com mulher devido mesmo grau de condicionamento físico, por ter uma secção transversal muscular menor, tem 30% menos força máxima muscular que o homem.

Com relação à idade, 80% possuem idade entre 25 a 45 anos, 20% entre 45 a 55 anos, conforme ilustra a figura 05.



Figura 5 – Distribuição dos trabalhadores, quanto à idade.  
Fonte: Autor, 2013

Portanto pode-se concluir que a população possui idade média de 35 anos. Em relação às características físicas a média de altura é de 1,72 m e de peso 75 kg. Segundo a média os trabalhadores têm boa relação peso e altura, sem casos de desproporcionalidade com operadores muito altos ou acima do peso.

Quanto ao nível de escolaridade, o quadro 01, mostra o percentual em relação à escolaridade.

ESCOLARIDADE	PERCENTUAL DA AMOSTRA
1º Grau Completo	NA
1º Grau Incompleto	NA
2º Grau Completo	20%
2º Grau Incompleto	NA
3º Grau Completo	60%
3º Grau Incompleto	20%

Quadro 1 – Nível de escolaridade da amostra  
Fonte: Autor, 2013

Pode-se concluir que o nível de escolaridade é bom, já que 80% dos trabalhadores concluíram ou estão concluindo o 3º Grau, estes trabalhadores já estão com avanço em relação ao mercado de trabalho, mesmo desta forma a se sujeitam a trabalhar em condições que coloque em risco sua saúde devido a estabilidade do emprego.

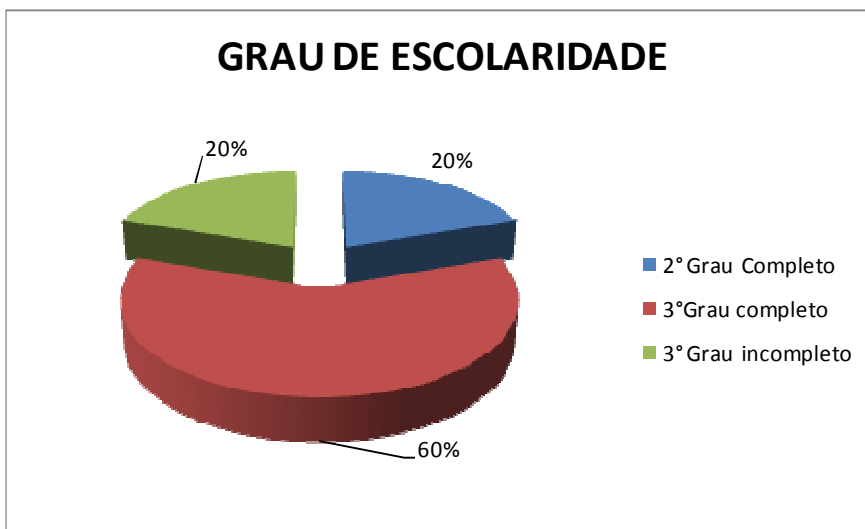


Figura 6 – Distribuição dos trabalhadores, quanto à escolaridade.  
Fonte: Autor, 2013

Em relação ao tempo na empresa exercendo a atividade de operadores da unidade dos filtros de carvão, aproxima-se de 60%, dos operadores possuem mais de 5 anos, 40% tem entre 10 a 20 anos, conforme apresentado na figura 7.

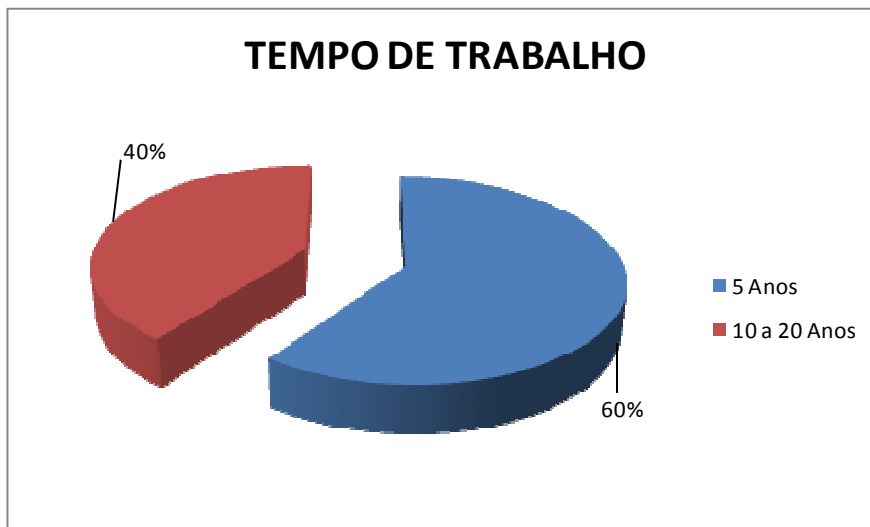


Figura 7 – Distribuição dos trabalhadores, quanto ao tempo de trabalho.  
Fonte: Autor, 2013

Observou um percentual de funcionários com maior de 5 anos de trabalho, caracterizando longo tempo em trabalhos em condições de não favoráveis. Não levando em conta experiência anterior para as devidas adequações de ergonômias (máquinas ao homem).

Quando questionados sobre o grau de satisfação para com o serviço realizado, 90% responderam não estar satisfeito. No entanto é importante lembrar que 100% dos trabalhadores têm mais de 5 anos na função de operadores desta unidade.

#### **4.1.2 Condições Organizacionais**

A empresa avaliada em estudo possui jornada de trabalho exaustiva, os operadores dos filtros de carvão trabalham de segunda aos domingos, com os horários divididos em três turnos, sendo que cada turno tem somente um equipe, conforme descrição a seguir:

##### 1º Turno: Equipe A

- Equipe A, inicia a jornada de trabalho pela manhã, das 8hs às 16hs.

##### 2º Turno: Equipe B

- Equipe B, inicia a jornada de trabalho no período da tarde, das 16hs às 24hs.

##### 3º Turno: Equipe C

- Equipe C, inicia a jornada de trabalho no período da tarde, das 00hs às 8hs.

Como se pode constatar, as Equipes A, B e C trabalham oito horas diárias. Devido a jornada de trabalho dos operadores ser rotineiras, tendo em vista as respostas dos funcionários aos questionários que ficam muitos cansados e doloridos.

Com a distribuição destes horários os operadores acabam ficando quase que 9hs em função da empresa entre chega e saída do turno, fator este que diminuem drasticamente sua qualidade de vida, principalmente quanto a pratica de atividade física. Quando se questionou sobre a prática de atividade física entre os operadores, 60% responderam não praticar nenhuma atividade física no atual momento e 20% responderam que praticam algum tipo de atividade física. Mas quando questionados sobre a prática de atividade física no passado, antes de estarem atuando nesta função, 90% responderam já terem praticado algum tipo de esporte. Com isto levando os operadores a uma situação de sedentarismo, fator este que leva os operadores a terem sérios problemas de dores musculares.

#### **4.1.3 Condições Ambientais**

Através de observação direta, conversas informais com a equipe de segurança do trabalho (Médico, Técnico e Engenheiro) e entrevistas com operadores dos filtros de carvão. Constatou a seguinte situação quanto as condições ambientais da unidade dos filtros de carvão, referentes à esforço físico, temperatura, ventilação e higienização:

- Temperatura e ventilação, a unidade de filtros de carvão fica em ambiente livre em céus abertos. Mas durante o processo de filtração do condensado aquece todas as tubulações e válvulas criando a sensação de abafamento é grande, de forma que muitos operadores relataram sentir desconforto dor de cabeça e até mesmo náuseas durante este processo.

#### **4.1.4 Equipamentos de manobras (Válvulas)**

São vários os equipamentos que compõe o posto de trabalho dos operadores da unidade de filtros de carvão. A utilização destes equipamentos faz parte do, dia a dia, de trabalho dos operadores. Portanto a melhoria nestes equipamentos



(Automação do sistema de abertura de válvulas) resolveria quanto a um projeto ergonômico, do posto de trabalho são de extrema importância, proporcionando ao trabalhador mais conforto e segurança ao realizar suas atividades nas manobras operacionais dos filtros de carvão.

A seguir na Figura 8 têm-se as fotos dos equipamentos do posto de trabalho dos operadores.



Figura 8 – Fotos do local de operação das válvulas  
Fonte: Autor, 2013

1- Válvulas manuais de 8 polegadas requer um alto esforço físico na manobra devido estar pressurizada com condensado.

2- Instrumentos de medição instalados em ruim para visibilidade.

3- Tubulações e filtros aquecidos com riscos de queimaduras.

#### 4.1.5 Condições Posturais e a Dor

Em relação às posturas que é adotada durante a jornada de trabalho. Perguntou-se, através do questionário, qual a postura mais adequada e que menos incomoda durante as atividades e qual a melhor solução para aquele posto de

trabalho. Resposta de 100% dos trabalhadores foi automatização do processo dos filtros de carvão, substituição das válvulas manuais por válvulas de controle.

Também através da aplicação do questionário foi perguntado aos operadores, qual tipo de dor que eles sentem ao realizarem suas atividades. As respostas estão ilustradas na figura 9.

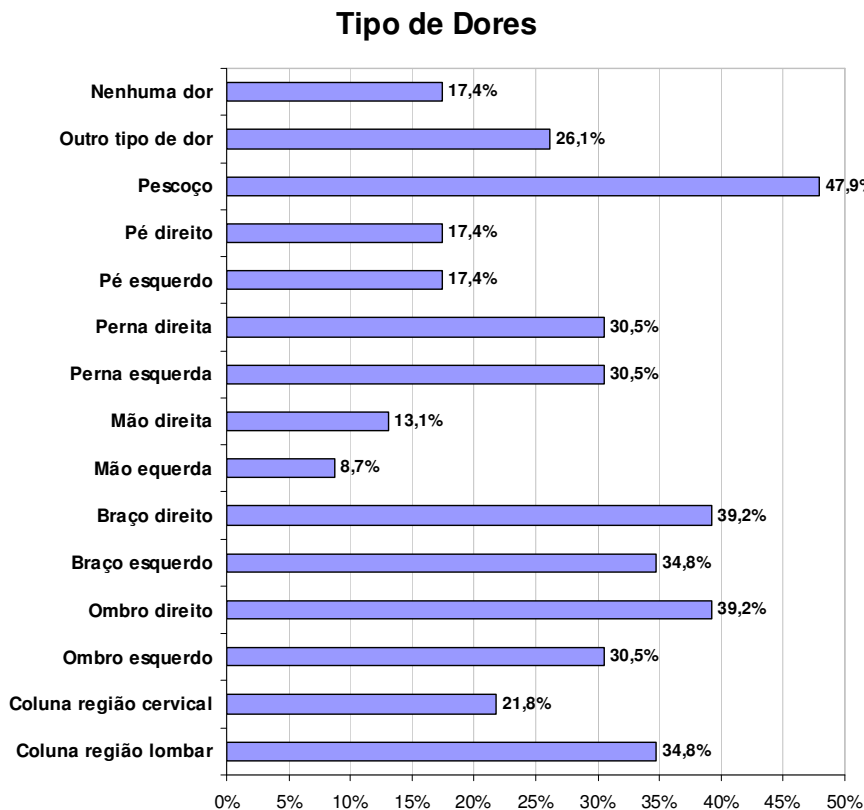


Figura 9 - Distribuição percentual das dores no corpo.  
Fonte: Autor, 2013

Conforme demonstra a figura 9, a região cervical (pescoço e coluna região cervical) e os membros superiores (braços, ombros e mãos) são os mais afetados, seguido da coluna, região lombar. As pernas também sofrem com as dores, devido à posição estática. É importante enfatizar que dos 26,1%, que responderam outro tipo de dor, 17,4% foram dor de cabeça. No entanto em relação aos afastamentos do serviço devido às dores, apenas 8,7% responderam já terem se afastado. A justificativa está no fato de que os mesmos operadores (8,7%) questionados são os únicos com mais de dois anos de serviço.

A repetitividade dos movimentos que é a essência da atividade dos operadores as posturas incorretas, o uso da força excessiva aplicada durante o manejo das válvulas pesadas e o tempo insuficiente para recuperação dos tecidos

com relação ao longo da jornada de trabalho, que normalmente ultrapassa às oito horas, são fatores contributivos para o grande aparecimento de dores.

#### 4.2 ANÁLISE DA TAREFA

As tarefas dos operadores na unidade dos filtros de carvão foram descritas conforme procedimentos verificados durante as entrevistas com os operadores, onde foi relatadas as etapas referentes à tarefa dos operadores em estudo.

De acordo com a descrição do cargo e rotinas operacionais dos operadores, um operador ficava observando seu nível. Quando o tanque estava com o nível abaixo de 30%, o operador responsável pela atividade, ira até a válvula que controla a entrada de água/condensado dentro do tanque e abria esta válvula de forma que a quantidade de água/condensado entrando no tanque fosse maior. Com isso, o tanque começa a se encher de água/condensado.

Em um determinado momento, o nível de água ultrapassa os 80% permitido. Então, este mesmo operador, corre até a válvula, e a fecha, cortando ou diminuindo o fluxo. Enquanto o nível estiver dentro do normal, a situação está controlada,

Quando os filtros saturam, este processo efeito ao contrario abrindo e fechando válvulas do sentido inverso novamente.

São vários os motivos, que fazem com que este processo precise ser automatizado, veja Figura 10.

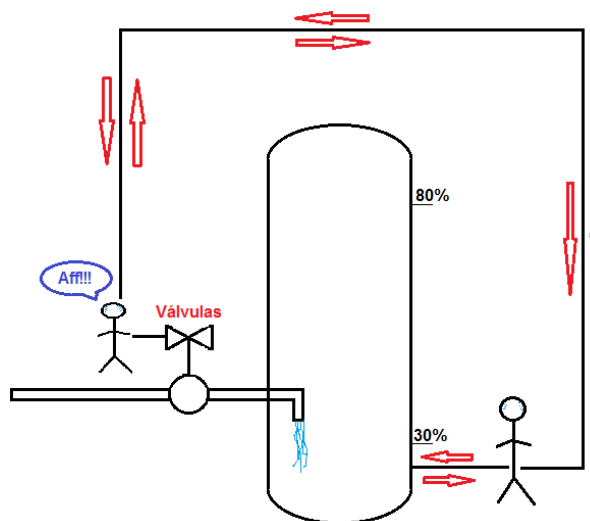


Figura 10 - Esquema do Processo Manual  
Fonte: Redes Industriais, Parte IV, 2012.

### 4.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE

Através da observação do processo através de entrevista e conversas informais com os operadores realizaram a análise da atividade. O trabalho do operador da unidade dos filtros de carvão é desenvolvido de acordo com as necessidades do processo, atendendo conforme necessidade do processo de refino do petróleo.

O trabalho inicia com leitura de abaixamento do nível dos filtros de carvão, é iniciada as aberturas das válvulas de entradas manuais.

A partir de então inicia a abertura da válvula de entrada e equalizando as saídas conforme as operações descritas a seguir:

1. O operador identifica nível baixo nos vasos;
2. Operador abre as válvulas de entradas em pé fazendo esforço e movimentos com os braços com altura de 1,4m;
3. Operador equaliza a válvula de saída que fica abaixo do filtro de carvão com a postura da coluna curvada 45° com esforço físico para abertura das válvulas altura da válvula 50cm;
4. Após passar todo o condensado especificado o operador, inicia o processo de fechamento da válvula de entrada e abertura de válvula de saída;
5. Quando a vazão do filtro começar sair menor do que especificado, entende-se que os filtros estão sujo-saturados;
6. Inicia o procedimento de contralavagem, que é passagem de água desmineralizada no sentido oposto da filtração.
7. O operador fecha as válvulas de entrada com a postura em pé usando os braços no ângulo de 45° aplicando esforço físico e fecha a válvula de saída com a postura em 45° girando com os braços em esforço físico.

O ciclo da atividade é constante para todos os turnos conforme a necessidade do processo operacional.

É importante salientar que os operadores, também prestam auxílio em outras atividades do processo de tratamento de água e condensado, levando os operadores a um forte estresse físico e mental. Muitos operadores se queixam de dores musculares, câimbras no pescoço e dores de cabeça.

Todas estas situações da rotina de trabalho dos operadores, o levam a sofrerem um grande desgaste físico e mental ao longo de sua jornada de trabalho. E conforme dados obtidos através de entrevista e aplicação de um questionário, o

setor dos filtros de carvão tem grande índices de reclamações de dores, atestados médicos.

A atividade dos operadores possui características que contribuem para o aparecimento de lesões e dores musculares, torção do pescoço, movimentos repetitivos da mão, braço e ombros, stress causado pelo acelerado ritmo de trabalho são fatores que contribuem para o aparecimento de dores e lesões.

#### 4.4 DIAGNÓSTICO

Após a situação apresentada até aqui, pode-se sintetizar através de hipóteses as não conformidades da situação com relação à literatura e NR 17 – Ergonomia. De forma a confirmar os problemas apresentados anteriormente.

- Para manusear as válvulas o operador se obriga ficar a maiorias das vezes curvadas. Além disto, aplicando força excessiva e torções do tronco resultam em posturas incorretas, provocando tensões musculares e queixas de dores. Com isso, estes trabalhadores estão sujeitos a adquirir lesões que podem comprometer a capacidade de realizar movimentos de forma parcial ou até total. As lesões por esforço repetitivo compreendem um conjunto de doenças que atingem os músculos, tendões e nervos dos membros superiores que têm relação direta com as exigências das tarefas, dos ambientes físicos e da organização do trabalho. São inflamações provocadas por movimentos manuais repetitivos, continuados, rápidos e/ou vigorosos, durante um longo período de tempo.
- Os operadores se queixam de dor na coluna, foi observado o estado e localização das válvulas em relação à altura e posicionamento á estatura do trabalhador e á natureza da tarefa.

#### 4.5 RECOMENDAÇÕES

Seguindo a metodologia de análise ergonômica e as condições do local de trabalho, com base na pesquisa e discussões. São apresentados seguintes planos de melhoria com a finalidade de melhorar as condições de trabalho dos operadores dos filtros de carvão. De forma eliminar os riscos ergonômicos e riscos de acidentes.

- Automação dos filtros de carvão - Substituição das válvulas manuais por válvulas de controle.
- Relocação dos equipamentos de medição em local ou altura de forma ajustada a altura media dos operadores, visualizando na posição em pé.
- Realização de treinamento com todos operadores no novo procedimento de trabalho automatizado.

#### 4.6 ADEQUAÇÕES DO POSTO DE TRABALHO

Após a análise ergonômica do trabalho, foram apresentadas para gerência da empresa as perdas significativas de mão de obra e conseqüentemente produtividade relacionados a afastamentos ergonômicos do trabalho, que iniciou imediatamente as adequações do posto de trabalho, atendendo todas as recomendações aqui sugeridas nesta análise ergonômica.

A Figura 11 apresenta o posto de trabalho já com as devidas adequações dos equipamentos para os operadores.

##### Implementação/ adequações realizadas no posto de trabalho:

- Substituição das válvulas manuais por válvulas de controle.
- Relocação dos equipamentos de medição para locais com altura media adequada para os operadores, visualizando na posição em pé.
- Realização de treinamento com todos operadores no novo procedimento de trabalho automatizado.

OBS: Instalado como medida de segurança, uma válvula gaveta manual em sistema de redundância para paradas seguras para manutenção em posicionamento em ângulo de 45° na altura de 1,10m.

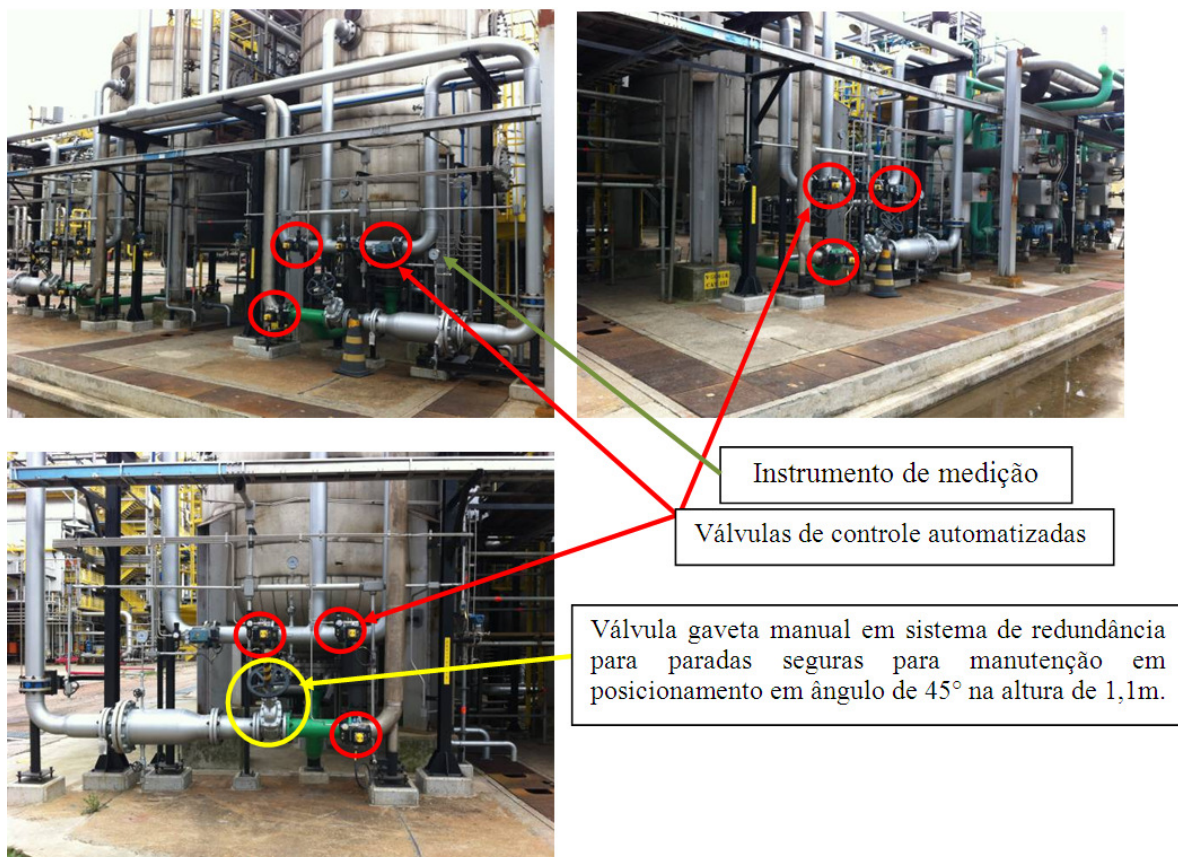


Figura 11– Fotos da implementação dos sistemas de aberturas de válvulas  
 Fonte: Autor, 2013

Nas condições atuais de automação, os operadores operam as válvulas através de um sistema lógico (supervisório) da sala de controle, eliminando as operações manuais em campo, somente em paradas para manutenção que operarão a válvula gaveta manual de sistema de redundância para segurança do operador.

NOTA.

Esta adequação e automação não busca reduzir o efetivo dos operadores, mas sim melhorar as condições de trabalho dos atuais operadores, pois o dimensionamento da equipe permanece o mesmo neste local de trabalho.

## **5 CONCLUSÕES**

Através desta análise ergonômica, pode-se afirmar que foi realizado a análise das condições de trabalho dos operadores da linha de processo de filtro de carvão, utilizando os conhecimentos adquiridos durante o curso de Especialização em segurança do Trabalho.

Finalmente, após estudos ergonômicos do posto de trabalho pode se garantir que, foram determinadas as características dos trabalhadores do posto estudado, caracterizado as atividades profissionais no âmbito da saúde ocupacional. Foram determinados quais os fatores de maior demanda entre os problemas apresentados, diagnosticado a situação apresentada e propondo recomendações de melhorias com início imediato das adequações do posto de trabalho ao operador, e com a implementação de automação dos sistemas operacionais dos filtros de carvão, foi possível solucionar medidas que proporcione melhoria na eficiência dos trabalhos e dos sistemas, diminuindo a exposição dos operadores a riscos ergonômicos e riscos de acidentes inerentes a operação das válvulas.



## REFERÊNCIAS

- ANA REGINA, 2013. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/teses99/aguiar/cap2a.html> > Acessado em 10 de agosto 2013.
- BAÚ, L.M.S. **Fisioterapia do Trabalho: Ergonomia, Reabilitação e Legislação**. Curitiba: Cládosilva, 2002.
- COUTO, H. de A (1995). **Ergonomia aplicada ao trabalho: Manual técnico da Máquina Humana** – Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995. vol.I e II.
- COURY, H.G. **Trabalho Sentado – Manual para Posturas Confortáveis**. 2ª Ed. São Carlos: Ufscar, 1995.
- DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.
- DIAS JÚNIOR, Nêodo Noronha. **Aspectos sócio-antropológicos da Ergonomia: A antropotecnologia e suas contribuições para os estudos**. Disponível em: <<http://www.ergonet.com.br/>>. Acessado em 20 de agosto de 2013.
- DOUGLAS CARVALHO, 2013. Disponível em <<http://consultoriaergonomia.com.br/index.php/ergonomia/aet/> > Acessado em 20 de setembro 2013
- ERGONOMIA. 2013, Disponível em <<http://consultoriaergonomia.com.br> > acessado em 10 de junho 2013.
- GERTZ, Luiz Carlos. **Análise da Atividade de Digitação**. LMM - Laboratório de Medições Mecânicas – UFRGS.
- GEASE. 2013, Disponível em <[http://www.gease.pro.br/artigo\\_visualizar.php?id=227](http://www.gease.pro.br/artigo_visualizar.php?id=227)> acessado em 15 de agosto 2013.
- GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o homem ao trabalho**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmam, 1998.
- GYUTON, A.C. **Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia – Projeto e Produção**. São Paulo: Edgar Blucher, 1997 e 2005.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Técnicas de Pesquisa**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1998.

LEÃO, R.D.; PERES C.C. **Ergonomia na Auditoria Fiscal.Vol I e II** – Apostila do MTE. Delegacia Regional do Trabalho – SC.

LIMA, J.A.A. **Bases teóricas para uma Metodologia de Análise Ergonômica**. 4º ERGODESIGN – Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidades de Interfaces. PUC-Rio / Rio de Janeiro, 2004.

MALCHAIRE, J. e INDESTEEGE, B. **Troubles Musculosquelettiques, Analyse du Risque**, INRCT, 1997.

MAIRIAUX. 1992, Disponível em

<[http://www3.mte.gov.br/seg\\_sau/comissoes\\_cne\\_notatecnica.pdf](http://www3.mte.gov.br/seg_sau/comissoes_cne_notatecnica.pdf)> Acessado em 15 setembro de 2013.

MUNDO EDUCATIVO, 2013, disponível em

<<http://www.mundoeducacao.com/fisica/alavancas.htm>> acessado em 9 de agosto 2013.

MENGATTO, Suzete Nancy Filipak. **Apostila de Ergonomia**. Curitiba: CEFET, 1994

NORMA REGULAMENTADORA NR-17, **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina** do Trabalho, 63ª Edição, Editora Atlas, 2009.

Polígrafo do **Curso de Biomecânica e Ergonomia** ministrado por Luiz Carlos Gertz, Mestre em Biomecânica-UFRGS, 1998.

Polígrafos, **Curso Ergonomia**, UCL- Universidade Católica de Louvain, Bélgica, Professor Mairiaux, 1992.

PORTAL DA EGONOMIA. 2013, disponível em

<<http://www.ergonomianotrabalho.com.br>> acessado em 12 de julho 2013.

ROMANINI, D.P. **O impacto social regional causado pela instalação de uma grande indústria em um município de pequeno porte**. Monografia do Curso de Engenharia de Produção. UTFPR. Ponta Grossa, 2006.

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

SILVA, Fernanda Rosário da. **Ergonomia: uma necessidade apenas industrial ou também social?**, 2000. Disponível em : <<http://www.ergonet.com.br>>. Acessado em 10 de setembro de 2013.

TEIXEIRA, M. J.; CORRÊA, C. F.; PIMENTA, C. A. **Dor: Conceitos Gerais**. São Paulo: Limay, 1994.

TOCICOLO. 2013, Disponível em < <http://www.torcicolo.com/torcicolo-estabilidade.html>> acessado em 20 de junho 2013.

VIDAL, Mário César. A prática ergonômica no Brasil de 2004. Tentativa de sistematização da diversidade e da variedade. **Anais do I Congresso de Ergonomia dos Países de Língua Portuguesa**: Funchai, junho de 2004.

VOTELLER, A. **A importância da postura correta no local de trabalho**. Giroflex: Ergonomia e Trabalho, 2002. <<http://www.dipapel.com.br/giroflex/ergonomia.htm>> Acessado em 20 de setembro de 2013.

WISNER, Alain. **Por Dentro do Trabalho**: ergonomia método e técnica. São Paulo: FTD: Oboré, 1987.

