

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA – ITEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

PAYMAN AGAHNEJAD

**ANÁLISE ERGONÔMICA NO POSTO DE TRABALHO NUMA LINHA
DE PRODUÇÃO UTILIZANDO MÉTODO NIOSH – UM ESTUDO DE
CASO NO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BELÉM – PARÁ
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA – ITEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE ERGONÔMICA NO POSTO DE TRABALHO NUMA LINHA
DE PRODUÇÃO UTILIZANDO MÉTODO NIOSH – UM ESTUDO DE
CASO NO PÓLO INDUSTRIAL DE MANAUS**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica do Instituto de
Tecnologia da Universidade do Pará
como requisito para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Elétrica com
ênfase em Processos Industriais.

PAYMAN AGAHNEJAD

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO CÉLIO LIMÃO DE OLIVEIRA

**BELÉM – PARÁ
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA – ITEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

PAYMAN AGAHNEJAD

TÍTULO: Análise Ergonômica no Posto de Trabalho numa Linha de Produção Utilizando Método Niosh – Um Estudo de Caso no Pólo Industrial de Manaus

DEFESA DO MESTRADO

Essa Dissertação foi julgada e aprovada para obtenção do Título de **Mestre em Engenharia Elétrica com ênfase em Processos Industriais do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará – ITEC – UFPA.**

Belém-PA, _____

Prof. Dr. José Antonio da Silva Souza – UFPA
Coordenador do CMPPI

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira
Orientador – UFPA

Eng. Jandecy Cabral Leite
ITEGAM

Prof. Dr. José Antonio da Silva Souza
UFPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Mahvash Fahandezh Saadi e Parviz Agahnejad que me deram a vida, a guia e a direção para uma vida voltada para o serviço a humanidade, inspirando cada momento da minha existência com seu exemplo de firmeza, luta e fé radiante, adornados com a coroa da fidelidade, constância e serviço no Sagrado Limiar.

A minha esposa Rossana, pelo encorajamento, apoio, paciência e amor que expressou durante todo este período, estreitando os laços de amor e camaradagem.

Ao meu filho Guilherme, que com seu amor e alegria me inspirou e deu forças para continuar lutando a contribuir para o estabelecimento de um mundo melhor.

Aos meus muito especiais e queridos pais espirituais Ferial Sami e Parviz Farzin que acompanharam meus passos durante todos estes anos no Amazonas, me dando o apoio, coragem e amor necessários para trilhar este caminho de realizações.

A todos os professores e colegas que passaram por minha vida, enriquecendo-a e alegrando-a constantemente.

AGRADECIMENTOS

A Deus que é Aquele que tudo torna possível, por seu infinito amor, misericórdia e bondade, Quem faz transformar-se o grão em montanha, a formiga em leão, e os corações dos homens em templos de santidade.

A Universidade Federal do Pará – UFPA.

O Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

Aos Professores Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira e M.Sc. Jandecy Cabral Leite, pela condução e orientação com excelência durante curso.

Aos professores que passaram por nossas vidas contribuindo a que nos tornássemos pessoas e profissionais melhores, colocando a semente da esperança, perseverança e excelência.

A minha Esposa Rossana e meu filho Guilherme pela compreensão, encorajamento e amor.

Aos meus pais espirituais Ferial e Parviz pelo apoio e amor constante durante todos estes anos.

Aos queridos colegas Jaqueline, Amélia e Benevaldo.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

Epigrafe:

"Há um momento especial que acontece na vida de toda pessoa, o momento para o qual ela nasceu. Quando aproveitada, essa oportunidade extraordinária faz com que a pessoa cumpra sua missão - uma missão para a qual somente ela tem as qualificações necessárias. Nesse momento, a pessoa encontra a grandeza. Esse é seu mais maravilhoso instante."

Winston Churchill

RESUMO

AGAHNEJAD, P. **Análise ergonômica no posto de trabalho numa linha de produção utilizando método *Niosh* – um estudo de caso no pólo industrial de Manaus**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011. 91p.

O presente trabalho visa realizar uma análise ergonômica em uma linha de produção. Através de pesquisas, análises de relatórios e procedimentos tornou-se possível chegar a conclusões que permitiram formular propostas que objetivam à redução do impacto do trabalho realizado na saúde do colaborador. Sendo assim, o objetivo principal desta pesquisa é analisar a situação ergonômica da linha de produção focalizando a biomecânica do trabalho. A justificativa é em virtude da grande evasão de colaboradores devido aos problemas de saúde relacionados a ergonomia, derivados dos principais problemas que enfrentam com o manuseio e movimentação de cargas pesadas, como a dor lombar, levando a apresentar problemas crônicos e agudos. O método utilizado consistiu, primeiramente, no levantamento de dados reais de produção na empresa, nos casos similares estudados em literatura e nos cálculos matemáticos que puderam comprovar as análises, observando-se que, apesar dos avanços da tecnologia e a mecanização das tarefas, muitas atividades continuam sendo realizadas manualmente. As conclusões obtidas deixam claros os cuidados que se devem ter com a saúde do colaborador através da implementação de ações que visem a melhoria da área de trabalho com equipamento adequado para a atividade a ser desempenhada, redundando em benefícios tanto para o empregado como para o próprio empregador.

Palavras-chave: *Ergonomia, Biomecânica, Movimentação de Cargas e Saúde.*

ABSTRACT

AGAHNEJAD, P. **Ergonomic analyze at the workstation in the assembly line using *Niosh* method – a case study in a pole industrial of Manaus.** Masters degree Dissertation. Institute of Technology, Federal University of Para, Belém, 2011. 91p.

The present study aims at an ergonomic analysis in a production line. Through research, analysis and reporting procedures became possible to reach conclusions that allowed to formulate proposals aimed at reducing the impact of the work done on the health of the employee. Thus, the main objective of this research is to analyze the ergonomic situation of the production line of work focusing on biomechanics. The reason is because of the large outflow of workers due to health problems related to ergonomics, derivatives of the main problems they face with the handling and moving heavy loads, such as back pain, leading to the present chronic and acute problems. The method used consisted primarily in collecting data on real production company, in similar cases studied in literature and math that might prove the analysis, noting that, despite advances in technology and mechanization of tasks, many activities continues to be done manually. The conclusions make clear that care should be taken with the employee's health through the implementation of actions aimed at improving the work area with appropriate equipment for the intended activity, resulting in benefits for both the employee and for himself employer.

Key Words: *Ergonomic, Biomechanics, Material handling and Health.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Coluna Vertebral	38
Figura 2 Anatomia de uma vértebra típica	39
Figura 3 Vértebras, discos e ligamentos	40
Figura 4 Músculos dorsais no levantamento de cargas.....	42
Figura 5 Força sobre L5 S1	51
Figura 6 Fluxograma para definição qualidade da pega	54
Figura 7 Exemplo de manuseio de carga com a coluna ereta e com a coluna flétida	57
Figura 8 Avaliação no posto de trabalho: montagem do compressor	61
Figura 9 Avaliação no posto de trabalho: montagem do compressor	62
Figura 10 Altura do destino e origem	63
Figura 11 Avaliação no Posto de Trabalho: Empilhamento	68
Figura 12 Disposição do Empilhamento	69
Figura 13 Altura e levantamento dos aparelhos	69
Figura 14 Mesa Pantográfica	78
Figura 15 Mesa pantográfica – Carregar a mesa	79
Figura 16 Mesa pantográfica – Armazenamento	80
Figura 17 Regras básicas no levantamento de peso	82
Figura 18 Superfície de pega adequada	82
Figura 19 Posição das pernas	83
Figura 20 Pressão sobre as vértebras	83
Figura 21 Posição dos pés no movimento de tronco	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Fator Frequência de levantamento	54
Tabela 2 Fator Qualidade da Pega	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Índice de afastamentos por doenças período 2009 – 2010.	60
Gráfico 2	Índice de levantamento do compressor	65
Gráfico 3	Índice do levantamento médio do compressor	66
Gráfico 4	Índice do levantamento Médio x distancia Horizontal	67
Gráfico 5	IL Médio x IL Total	67
Gráfico 6	Índice de Levantamento - Empilhamento	72
Gráfico 7	Índice de Levantamento médio dos produtos	73
Gráfico 8	IL Médio x Distancia Vertical Percorrida (Dc)	73
Gráfico 9	IL Médio x IL Total do Processo de empilhamento	74
Gráfico 10	IL Resultado Check-List dados discretos	75
Gráfico 11	Resultado do Check List – Pergunta 4	75
Gráfico 12	Resultado do Check List – Pergunta 6	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SDCD's - Sistema Digital de Controle de Dados

CI's – Circuitos Integrados

L5 – Quinta vértebra

S1 – Índice de Levantamento

LPR – Limite de peso Recomendado

FFL – Fator de frequência do levantamento

IL – Índice de Levantamento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA DO PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 CONTRIBUIÇÕES E RELEVÂNCIA DO ESTUDO	16
1.4 DELINEAMENTO DA PESQUISA	17
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA	18
CAPÍTULO 2: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
2.1 METODOLOGIA DA PESQUISA	19
2.1.1 Caracterização da Pesquisa	20
2.1.2 Métodos e Técnicas Aplicadas e Coleta de Dados	20
2.2 NATUREZA DA PESQUISA	21
2.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA	23
2.4 TÉCNICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DO TRABALHO	24
2.5 OPERACIONALIZAR A PESQUISA	24
CAPÍTULO 3: REVISÃO DE LITERATURA	26
3.1 COGNIÇÃO E SAÚDE	26
3.2 DEFINIÇÃO DO TERMO “ERGONOMIA”	28
3.3 O QUE É ERGONOMIA	29
3.4 OBJETO E OBJETIVO DA ERGONOMIA	31
3.5 HISTÓRICO E FASES DA ERGONOMIA	32
3.6 RISCOS ERGONÔMICOS	34
3.7 INTERVENÇÃO ERGONÔMICA	35
3.7.1 Caracterização	35
3.7.2 Utilidade	36
3.7.3 Praticidade	36
3.8 BIOMECÂNICA	36

3.8.1 Biomecânica básica da coluna vertebral do ser humano	37
3.8.2 Condições anti-ergonômicas e suas conseqüências para a coluna	43
3.8.3 Os modelos biomecânicos	46
3.9 LIMITES DE LEVANTAMENTO DE PESO	47
CAPÍTULO 4: MÉTODO DE NIOSH	49
4.1 HISTÓRICO	49
4.2 ESTABELECIMENTO DO PESO MÁXIMO RECOMENDADO DE 23 KG	55
4.3 PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DA EQUAÇÃO	56
4.4 RESPOSTAS MECÂNICAS DE LEVANTAMENTO DE CARGA	56
CAPÍTULO 5: ANÁLISE ERGONÔMICA DO SETOR DE PRODUÇÃO	60
5.1 PERFIL DA EMPRESA	60
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
5.2.1 instrumentos e procedimentos	60
5.2.2 Caracterização do problema	61
5.2.2.1 Posto de trabalho de montagem do compressor – 01 colaborador	61
5.2.2.2 Posto de trabalho de armazenamento do produto final - 02 colaboradores ..	68
5.2.3 Análise dos Dados Obtidos	74
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
6.1 CONCLUSÃO	77
6.2 PROJETOS FUTUROS.....	78
6.3 SUGESTÃO DE MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO	78
6.4 RECOMENDAÇÕES GERAIS NO MANEJO MANUAL DE CARGAS	80
6.5 MÉTODOS CORRETOS PARA O LEVANTAMENTO E MANUSEIO DE CARGAS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	91

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Encontrar o equilíbrio entre a atividade laboral do ser humano e sua saúde é a espinha dorsal da ergonomia, que pode definir-se como um conjunto de ciências e tecnologias que procuram a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, adaptando as condições de trabalho às características do ser humano.

A ergonomia tem como finalidade a melhoria e conservação da saúde dos trabalhadores assim como a concepção e garantia de funcionamento satisfatório do sistema técnico, tanto sob o ponto de vista da produção como da segurança.

É comum escutar o colaborador queixar-se de cansaço constante, seja como um sintoma geral ou aludindo a uma área específica do seu corpo, sem saber ao certo qual o motivo do mesmo. No caso das grandes indústrias e empresas o termo fadiga ou carga de trabalho é introduzido dentro desta situação, aos colaboradores realizarem esforço constante ao levantarem cargas pesadas ou realizarem movimentos repetitivos.

Desta forma os efeitos da carga de trabalho sobre os Colaboradores são inúmeros. As posturas que exigem torções de tronco, cujo efeito é o tensionamento dos discos existentes entre as vértebras, a carga assimétrica que exige maior esforço das articulações e músculos existentes nos dois lados da coluna, e ainda as posturas prolongadas e movimentos repetitivos por tempo indefinido, que podem causar lesões localizadas, resultando em fadiga muscular (COUTO, 2002).

O corpo humano, segundo Couto (2002), “gasta níveis diferentes de energia dependendo da postura que deve ser assumida”. Sendo assim, deve-se considerar a possibilidade de alterações nas posições de trabalho, visto que os dados antropométricos variam de indivíduo para indivíduo.

Mais independente da tarefa a ser realizada, deve-se ainda considerar o arranjo do ambiente, obstáculos, liberdade de movimentos, altura em que o trabalho é realizado, tempo, intensidade de força, distância, extensão e precisão dos movimentos a fim de preservar a saúde do trabalhador.

1.1 - IDENTIFICAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra sua justificativa no numero cada vez mais crescente de colaboradores sendo desligados de suas funções devido as problemas de saúde atrelados a função que desempenharam por um período prolongado de tempo no decorrer dos anos, trazendo conseqüências negativas tanto para a empresa como para o próprio colaborador.

A fim de identificar os problemas ergonômicos na situação de trabalho em estudo foi aplicado o modelo de *check-list* de Corlett conforme Couto (2002), “o qual tem como objetivo verificar, de forma simplificada, o fator biomecânico no risco de obtenção de distúrbios músculo-esqueléticos”.

1.2 – OBJETIVOS

1.2.1 – Objetivo Geral

Analisar a situação ergonômica da linha de produção focalizando a biomecânica do trabalho em relação ao levantamento de cargas pelo colaborador.

1.2.2 – Objetivos Específicos

- Descrever os procedimentos realizados no deslocamento, levantamento e transporte de cargas manuais;
- Identificar os problemas físicos causados pelo levantamento de cargas manuais no colaborador;
- Verificar se a qualidade na execução do trabalho é satisfatória nos processos de produção;
- Elaborar recomendações para a melhoria das condições de trabalho em atividades de movimentação e manuseio de cargas.

1.3 – CONTRIBUIÇÕES E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Desde que a revolução industrial introduziu o conceito de trabalho mecânico e a grande escala, as exigências das empresas e indústrias, de forma geral, sobre

aquele que realiza a atividade esperada para determinada função tem aumentado tanto no quesito do esforço físico como da competência para o desempenho da mesma, tendo como consequência um impacto imediato na vida e saúde do próprio colaborador, apresentando desde problemas relacionados ao stress até aqueles de ordem puramente físicos.

Sendo esta uma realidade que tem aumentado no passar dos anos, pesquisas na área da saúde como também na área da produtividade tem levado a implementar mecanismos e melhorias que visam a qualidade de vida do colaborador no meio em que desempenha sua função assim como reduzir o afastamento do mesmo por problemas de saúde, impossibilitando-o, na maioria dos casos, de continuar a desempenhar uma atividade no meio laboral.

Estudos realizados destacam a importância dos problemas lombares, em diversas atividades, sendo consideradas como causas de um maior número de problemas as atividades, onde o esforço físico em atividades dinâmicas é uma constante. No Brasil, têm sido feitos vários estudos nesta área, mas em sua maioria com trabalhadores da construção civil, porém poucos estudos têm sido realizados com pessoas que trabalham em uma linha de produção onde o tempo de ciclo entre o início e o fim de uma determinada atividade é muito pequeno, sendo no caso apresentado no presente trabalho de 20 s, que será explanado com maior detalhe no capítulo V.

Assim, este trabalho vem reforçar um conhecimento no qual ainda há muitas dúvidas. Muito se fala sobre a carga que deve ou pode ser movimentada pelo trabalhador, mas faltam argumentos científicos que validem, de fato, tais posicionamentos.

1.4 – DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como finalidade evidenciar os problemas causados pelo manuseio e movimentação de cargas pesadas, em trabalhadores braçais, baseando seu estudo de caso na população de trabalhadores de uma empresa do pólo industrial de Manaus.

Não se pretende levantar todos os problemas, motivos e conseqüências, neste tipo de atividades, e sim evidenciar alguns destes, tais como lombalgias e deformidades na coluna.

1.5 – ESTRUTURA DA PESQUISA

No Capítulo I apresentam-se a introdução, objetivos, a contribuição e relevância do estudo, delineamento da pesquisa e a metodologia que guiará o desenvolvimento do estudo.

No Capítulo II apresenta-se os procedimentos metodológicos.

No Capítulo III apresenta-se o referencial teórico contendo uma revisão sobre ergonomia, que constitui o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao ser humano e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia; e biomecânica que tem como objetivo o estudo e a compreensão do movimento humano do ponto de vista mecânico.

No Capítulo IV apresenta-se o referencial teórico contendo conceitos e teorias relacionados com o método *NIOSH*.

No Capítulo V apresenta-se o estudo de caso desenvolvido baseado em dados reais da organização pesquisada.

No Capítulo VI apresentam-se as considerações finais, recomendações e no final são apresentadas as referências bibliográficas.

CAPÍTULO II – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1- METODOLOGIA DA PESQUISA

A Ergonomia utiliza métodos e técnicas científicas para observar o trabalho humano. A estratégia utilizada pela Ergonomia para apreender a complexidade do trabalho é decompor a atividade em indicadores observáveis (postura, exploração visual, deslocamento).

A partir dos resultados iniciais obtidos e validados com os operadores, chega-se a uma síntese que permite explicar a inter-relação de vários condicionantes à situação de trabalho.

Como em todo processo científico de investigação, a espinha dorsal de uma intervenção ergonômica é a formulação de hipóteses.

Segundo LEPLAT (2002), "o pesquisador trabalha em geral a partir de uma hipótese, é isso que lhe permite ordenar os fatos". São as hipóteses que dão o *status* científico aos métodos de observação nas atividades do homem no trabalho.

A organização das observações em uma situação real de trabalho é feita em função das hipóteses que guiam a análise, mas também, segundo GUERIN (1991), em função das imposições práticas ou das facilidades de cada situação de trabalho. Os comportamentos manifestáveis do homem são freqüentemente observáveis pelos ergonomistas, como por exemplo:

Os deslocamentos dos operadores - esses podem ser registrados a partir do acompanhamento dos percursos realizados pelo operador em sua jornada de trabalho. O registro do deslocamento pode explicar a importância de outras áreas de trabalho e zonas adjacentes. Exemplo; em uma sala de controle o deslocamento dos operadores até os painéis de controle está relacionado à exploração de certas informações visuais que são fundamentais para o controle de processo; o deslocamento até outros colegas pode esclarecer as trocas de comunicações necessárias ao trabalho.

2.1.1- Caracterização da Pesquisa

No que refere-se a pesquisa científica, Yin (2005) afirma existirem as abordagens de experimento, levantamento, análise de arquivos, pesquisa histórica e participante, estudo de caso, como instrumento para a condução da mesma.

De acordo com Gil (2002), para se atingir os objetivos pretendidos com a investigação são necessários alguns passos: formulação do problema; definição das hipóteses; definição do tipo da pesquisa; coleta de dados; análise dos resultados; revisão final e redação.

2.1.2 - Métodos e Técnicas Aplicadas a Coleta de Dados

Para classificação da pesquisa, toma-se como base à sistemática apresentada por Vergara (2006), que a qualifica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa será descritiva, exploratória e qualitativa. Quanto aos meios, a pesquisa será bibliográfica, documental e estudo de caso.

Neste caso, quanto aos fins: trata-se de uma pesquisa descritiva, pois expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno, onde esclarecerá os mecanismos aplicados na análise ergonômica que contribuirá para a redução de problemas de saúde relacionados à ergonomia. Quanto aos meios: bibliografia e documental por tratar-se de um estudo de caso.

A metodologia proposta inclui uma abordagem quantitativa. Pois comportam dados quantitativos para elucidar alguns aspectos da questão investigada.

Para a consecução do objetivo proposto neste trabalho e com base na fundamentação teórico-empírica, estabeleceram-se questões norteadoras da pesquisa, características da pesquisa, limitações da pesquisa, caracterização da biblioteca, instrumento da coleta de dados, crítica e apuração dos dados.

A obtenção de informações do próprio trabalhador é imprescindível para obter dados fidedignos, ao analisarmos alguma atividade. O conhecimento do próprio colaborador, quanto à sua atividade, é, sem dúvida, muito rico, e oferece pontos que só o próprio colaborador poderá colocar.

Desta forma, o conhecimento e a experiência do pesquisador são muito importantes, no levantamento paralelo das atividades. Isto é, motivado pela falta de conhecimento dos próprios trabalhadores em relação à sua saúde e outros problemas.

A percepção dos colaboradores acerca de sua saúde pode ser considerada muito mais importante que os muitos índices objetivos de doença. Esta opinião tem sido muito referenciada pela comunidade científica que apóia os resultados obtidos na aplicação de questionários e outros métodos de coleta de dados.

O levantamento realizado por estes métodos pode ser menos objetivo que os registros de saúde e segurança, e consideram que é uma maneira eficiente e rápida de levantar uma grande e detalhada coleção de dados sobre as conseqüências psicológicas, sociais e de saúde do colaborador. Os dados que desta forma são obtidos, geralmente não constam nos registros mantidos nas empresas.

2.2 - NATUREZA DA PESQUISA

Richardson *et al.* (1989), apontam que de um modo geral, se pode classificar a pesquisa em dois grandes métodos, o qualitativo e o quantitativo. A principal diferença destes métodos radica na forma de abordar o problema de pesquisa, dizem eles. A escolha do método precisa ser apropriada ao tipo de estudo que se deseja realizar, onde a natureza do problema e o nível de aprofundamento desejado são fatores determinantes na escolha do método.

Algumas características gerais das pesquisas qualitativas:

- Pesquisa qualitativa é indutiva. Pesquisadores desenvolvem conceitos, inferências e identificam padrões nos dados.
- Visão holística. Pessoas, ambientes, ou grupos não são reduzidos a variáveis, mas são vistos como um todo.
- A pesquisa qualitativa coleta seus dados no ambiente natural. Merriam (1998), considera que a preocupação básica é entender o fenômeno sobre a perspectiva dos participantes, onde o pesquisador é o instrumento primário para a coleta e análise dos dados.

- Os dados utilizados são na sua maioria de natureza descritiva. A pesquisa qualitativa focaliza seu interesse em processos, significados e conhecimentos. Assim, seus resultados são eminentemente descritivos (MERRIAM, 1998).

Nesse sentido Merriam (1998), considera que os pesquisadores que utilizam métodos qualitativos, deveriam possuir três características importantes:

- Enorme tolerância para a ambigüidade. Através do processo de pesquisa, desde terminar o estudo, coleta e análise de dados, não existe um conjunto de procedimentos que possam ser seguidos passo a passo. O pesquisador deverá ser hábil para reconhecer o melhor caminho a seguir, o qual nem sempre é obvio. Primeiro tudo é importante, tudo é suspeito, toma tempo e paciência identificar, coletar, ordenar e interpretar as peças desse quebra-cabeças.
- Sensibilidade. O pesquisador deverá ser altamente intuitivo, sensível para a informação que está sendo colhida, de outro lado deverá estar atento a qualquer preconceito pessoal que poderia influenciar na investigação.
- Comunicador. Um bom pesquisador deverá desenvolver empatia com os entrevistados, realizar perguntas apropriadas, ouvir atentamente. Deverá possuir habilidade para escrever, a pesquisa qualitativa é essencialmente descritiva.

Pesquisadores consideram que, de um modo geral, as investigações que usam a abordagem qualitativa são as que têm por objeto de estudo situações complexas ou estritamente particulares. Compreender processos dinâmicos vividos por grupos sociais é uma das possibilidades de estudo consideradas pelo referido autor. De outro lado Merriam (1998), considera que a pesquisa qualitativa é um conceito guarda-chuva, cobrindo diversas formas de investigação que nos ajudam a compreender e descrever o significado de fenômenos sociais com a menor distorção possível do ambiente natural onde acontecem. Considera-se que a natureza do estudo proposto se enquadra dentro das características consideradas pelos autores citados acima.

2.3 - DELINEAMENTO DA PESQUISA

Delineamento da pesquisa refere-se ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, de acordo com Gil (2002). O delineamento da pesquisa nos indica como os dados serão coletados, analisados e interpretados. Através dele são estabelecidos os relacionamentos entre às questões iniciais de pesquisa, os dados coletados e as respectivas conclusões finais do estudo (YIN, 2005).

Gil (2002) considera que cada pesquisa possui um delineamento próprio, determinado pelo objeto de estudo, pela dificuldade na obtenção de dados, pelo nível de precisão exigido, pelas limitações próprias do pesquisador.

O presente estudo pretende utilizar como técnica de pesquisa o estudo de caso simples, tendo como unidade de análise uma única organização. A seguir são abordadas algumas considerações relevantes referidas ao estudo de caso.

Yin (2005) conceitua o estudo de caso como uma investigação empírica que estuda um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são evidentes. Merriam (1998) define o estudo de caso como uma intensiva descrição holística e análise de um fenômeno ou unidade social.

O estudo de caso é uma técnica de pesquisa particularmente apropriada quando se deseja estudar situações complexas nas quais resulta praticamente impossível separar as variáveis do fenômeno do seu contexto (YIN, 2005). O estudo de caso resulta conveniente quando a pesquisa tem interesse na evolução do processo do fenômeno em estudo (MERRIAM, 1998).

Merriam (1998) considera que de um modo geral, os estudos de caso podem ser classificados como descritivos, interpretativos e avaliativos.:

- Estudos de caso descritivo. São estudo de caso que apresentam uma detalhada descrição do fenômeno sob estudo, não são guiados por questões estabelecidas ou generalizações, nem motivadas pelo desejo de estabelecer hipóteses amplas.
- Estudo de caso interpretativo ou analítico. São estudos que ademais de contemplar uma ampla descrição do fenômeno, utilizam de uma análise

indutiva, para desenvolver categorias conceituais ou desenvolver explicações de questões formuladas antes da coleta de dados.

- Estudo de caso avaliativo. São estudos que contemplam as características das duas anteriores (descritivo e interpretativo), adicionando uma etapa final de julgamento dos resultados.

Assim, a presente pesquisa adotará uma orientação global qualitativa com um estudo de caso.

2.4 - TÉCNICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DO TRABALHO

Pode-se agrupar as técnicas utilizadas em Ergonomia em técnicas objetivas e subjetivas.

- **Técnicas objetivas ou diretas:** - Registro das atividades ao longo de um período, por exemplo, através de um registro em vídeo. Essas técnicas impõem uma etapa importante de tratamento de dados.
- **Técnicas subjetivas ou indiretas:-** Técnicas que tratam do discurso do operador, são os questionários, os *check-lists* e as entrevistas. Esse tipo de coleta de dados pode levar a distorções da situação real de trabalho, se considerada uma apreciação subjetiva. Entretanto, esses podem fornecer uma gama de dados que favoreçam uma análise preliminar.

Deve-se considerar que essas técnicas são aplicadas segundo um plano preestabelecido de intervenção em campo, com um dimensionamento da amostra a ser considerado em função dos problemas abordados.

2.5 - A OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA

O interesse no assunto se deu a partir das dificuldades dos operários em carregar e transportar materiais de um lugar para outro, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, referente a publicações de assuntos correlatos com o tema proposto. Analisou-se a questão a fundo, percebendo-se a importância que uma posição sobre o assunto seja manifestada.

A medida que os dados foram coletados, o pesquisador procurou identificar temas e relações, construindo interpretações e gerando questões norteadoras com possíveis respostas, o que finalmente levou a uma proposta de solução que venha contribuir na melhora e qualidade da ação manual do trabalhador neste setor.

CAPÍTULO III – REVISÃO DA LITERATURA

Normalmente, a saúde é definida como um estado e, segundo LAVILLE & VOLKOFF (1993), pelas ausências de estados, como: *“não patologia, não deficiência, não restrição a vida social, não miséria econômica”*. Cada vez mais, a saúde é vista, preferencialmente, como o resultado de um processo de construção. Nós encontramos em TEIGER (1995), uma história da evolução da noção de envelhecimento, além de outras referências (DEJOURS, 1995).

Nós nos fundamentaremos aqui, essencialmente, no texto de LAVILLE & VOLKOFF, já citado. Certamente, com a idade, as capacidades se modificam. Porém, de um lado, esta evolução é sensível às condições de vida e de trabalho: conforme estas condições, o envelhecimento é mais ou menos rápido, a expectativa de vida é mais ou menos longa. Por outro lado, as estratégias de compensação ou de adaptação se desenvolvem, se apóiam sobre a experiência adquirida no trabalho. Se os processos biológicos conduzem a uma degradação, as condições de trabalho e de vida podem influenciar positiva ou negativamente este processo.

Acontece que a ergonomia tende a adotar ora uma abordagem paliativa, que visa à compensação das deficiências das pessoas, ora uma abordagem preventiva, que procura evitar a ocorrência de situações patogênicas, isto essencialmente visto sobre o ângulo da psicologia (TEIGER & VILLATTE, 1983). A esta abordagem, associa-se uma abordagem ativa, é dito *“uma ação permite a cada um construir sua própria saúde, seu próprio envelhecimento, dentro das melhores condições possíveis”* (LAVILLE & VOLKOFF, 1993, pag. 29).

O primeiro objetivo da ergonomia (conforto e saúde) deve, portanto, estar voltado à pesquisa das condições que não apenas evitem a degradação da saúde, mas, também, favoreçam a construção da saúde. Esta perspectiva ativa é incapaz de ser focalizada prioritariamente pela ergonomia. Na maioria das vezes, ela é focalizada sobre uma visão instantânea do indivíduo.

3.1 - COGNIÇÃO E SAÚDE

Quais são os aspectos cognitivos do trabalho? As definições de ergonomia são marcadas por uma visão do trabalho centrada sobre a mobilização física do ser humano. Os aspectos cognitivos são frequentemente, considerados como elementos

exclusivos do segundo objetivo, referente à eficácia. O que significa, então, o termo “saúde cognitiva”, MONTMOLLIN (1993) escreveu um dos raros textos a respeito deste tema, segundo o qual ele examina as ligações entre cognição e saúde e analisa as relações da saúde com as capacidades, a carga mental e o *stress*.

Para o autor, a saúde cognitiva é “*ser capaz, dispor de competências que permitam ser recrutadas como mão de obra, de ser bem-sucedido, de progredir*”. As ignorâncias, os conhecimentos abordados e o leque de opções podem conduzir a uma “*miséria cognitiva*”, fonte eventual de “*miséria social*” (MONTMOLLIN, 1993, pag. 34). O objetivo da ergonomia é, desse ponto de vista, analisar as competências, beneficiar as formações e definir as contribuições apropriadas. Ela objetiva manter o binário de forças ser humano -sistema dentro de um equilíbrio não patológico. Nós encontramos uma abordagem preventiva mais evidente quando aplicada no campo da cognição.

O autor recorda o caráter decepcionante dos estudos de carga mental e critica um postulado subjacente a estes estudos, a equivalência entre carga e sobrecarga, e “*o ideal do trabalhador que resulta: o trabalhador em repouso ou descanso*” (MONTMOLLIN, 1993, pag. 30). E, de acordo com o autor, nós refletimos que é um erro combater esta teoria do “*descanso*”: A atividade geralmente gera necessariamente certa atividade mental e, portanto, uma carga mental (pois não existe trabalho unicamente manual). O objetivo é, então, propor “*uma organização do trabalho que permita aos nossos operadores o máximo de eficácia, apostando em atividades inerentes às suas capacidades*” (MONTMOLLIN, 1993, pag. 30).

O *stress* (psicológico ou cognitivo) tem duas versões. A versão negativa é provocada por um déficit de competências ou das exigências excessivas da tarefa. Mas, existe uma versão positiva: quando o operador se opuser às situações, manifestando as suas competências para sobrepor as dificuldades da tarefa. Acrescentamos que, dentro de certo número de profissões, as variações (temporais) das exigências conduzem às fases - excitantes - de produção intensiva que justificam parte do trabalho e são, muitas vezes, valorizadas, apesar do fato que estão associadas a cargas de trabalho elevadas de *stress*. Em conclusão, o alvo da ação ergonômica não concebe situações de trabalho a tal ponto simplificado que não necessitem de nenhuma competência.

Nós vimos, claramente, como uma visão cognitiva da saúde é pouco considerada. Apesar disso, da mesma maneira que diz respeito aos aspectos fisiológicos, esta visão diz respeito a inserir uma perspectiva de crescimento. A questão não é, de fato, isolada: *“como conceber um sistema de trabalho que permita um exercício frutífero do pensamento? E também: “como conceber um sistema de trabalho que favoreça o desenvolvimento das competências?”*. Considerando que, a não adaptação dos sistemas tem conseqüências que não se limitam aos rendimentos instantâneos, a atuação (performance). Além disso, existem outros rendimentos temporais que se exercem sobre a performance futura ou sobre a capacidade de aprendizagem dos indivíduos.

3.2 - DEFINIÇÃO DO TERMO “ERGONOMIA”

O termo "ergonomia", originário da composição de dois radicais gregos: ERGON (trabalho) e NOMOS (princípio ou lei) apresentam várias definições.

Para Grandjeana a Ergonomia é uma ciência interdisciplinar. Ela compreende a fisiologia e a psicologia do trabalho, bem como a antropometria é a sociedade no trabalho. O objetivo prático da Ergonomia é a adaptação do posto de trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários, do meio ambiente às exigências do homem. A realização de tais objetivos, ao nível industrial, propicia uma facilidade do trabalho e um rendimento do esforço humano (1968). Leplat coloca que a Ergonomia é uma tecnologia e não uma ciência, cujo objeto é a organização dos sistemas homens-máquina (1972). Já Murrell diz que a Ergonomia pode ser definida como o estudo científico das relações entre o homem e o seu ambiente de trabalho (1965).

Vidal (2000), por sua vez, define “ergonomia” como sendo o conjunto de conhecimentos científicos relacionados ao homem, necessários na concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência no trabalho. O autor também define “ergonomia” como: uma atitude profissional que modifica o sistema de trabalho com propósito de adequar as atividades com eficiência, segurança e conforto.

Enfim, pode-se dizer que a maioria das definições da ergonomia volta-se para dois objetivos fundamentais: a saúde e a eficiência no trabalho. Do ponto de vista da eficiência, a organização pode ser avaliada sob diferentes dimensões, como

produtividade, qualidade, confiabilidade e outras. Na ergonomia, essa eficiência é dependente da eficiência humana. Sendo assim, a ergonomia pode ser utilizada para buscar essa eficiência através da identificação das lógicas dos funcionários, possibilitando a correção ou concepção dos processos de desenvolvimento e adaptando-os à realidade identificada.

3.3 - O QUE É ERGONOMIA

A Ergonomia é a ciência aplicada a facilitar o trabalho executado pelo homem, sendo que se interpreta aqui a palavra “trabalho” como algo muito abrangente, em todos os ramos e áreas de atuação.

Para que isto seja possível, uma infinidade de outras ciências são usadas pela Ergonomia, para que o profissional que desenvolve projetos Ergonômicos obtenha os conhecimentos necessários e suficientes, e resolva uma série de problemas identificados num ambiente de trabalho, ou no modo como o trabalho é organizado e executado.

Ergonomia é uma *atitude profissional* que se agrega à prática de uma profissão definida. Neste sentido é possível falar de um médico ergonomista, de um psicólogo ergonomista, de um designer ergonomista e assim por diante. Esta atitude profissional advém da própria definição estabelecida pela Associação Brasileira de Ergonomia, com base num debate mundial:

A Ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar a atividade nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro (ABERGO, 2000).

Esta definição que coloca finalidades – e modifica os sistemas de trabalho – propósitos, adéqua a atividade às características, habilidades e limitações das pessoas e critérios, eficiência, conforto e segurança, necessita ser complementada por outra que estabeleça qual a tecnologia a que a Ergonomia está referida ou que possua um referente de suas finalidades, propósitos e critérios. Esta tecnologia é a tecnologia de realização de interfaces entre as pessoas e os sistemas, melhor dizendo, estabelecendo uma relação de adequação entre os aspectos humanos, presentes na atividade de trabalho e os demais componentes dos sistemas de

produção: tecnologia física, meio-ambiente, softwares, conteúdo do trabalho e organização.

Qualquer forma de interação entre o componente humano e os demais componentes do sistema de trabalho constituir-se-á em uma interface, sem que tenhamos necessariamente uma boa interface. As boas interfaces (adequadas) atenderão de forma conjunta, integrada e coerente os critérios de conforto, eficiência e segurança.

Em sua atividade de trabalho o ser humano interage com os diversos componentes do sistema de trabalho: com os equipamentos, instrumentos e mobiliários, formando interfaces sensoriais, energéticas e posturais, com a organização e o ambiente formando interfaces ambientais, cognitivas e organizacionais. O ser humano, com seu organismo, sua mente e sua psique realizam essas interações de forma sistêmica, cabendo à Ergonomia modelar essas interações e buscar formas de adequação para o desempenho confortável, eficiente e seguro face às capacidades, limitações e demais características da pessoa em atividade.

A atitude profissional que caracteriza o ergonomista tem ao mesmo tempo uma dimensão científica que traz fundamento às aplicações de uma dimensão prática que torna essa aplicação viável no mundo da produção. A combinação das dimensões científicas e práticas da Ergonomia revelam sua utilidade como uma disciplina que nasceu e se estabelece voltada para resolver problemas, essenciais.

A ergonomia está, pois, exposta a dois tipos não coerentes de avaliação: avaliação sob critérios científicos acerca de suas modelagens e formulações de problemas do trabalho, e a avaliação sob critérios econômico-sociais do valor de suas propostas de soluções.

A superação desse duplo registro, deste paradoxo aparente está numa compreensão da Ergonomia como disciplina útil, prática e aplicada:

- Como disciplina útil, através de seus procedimentos de modelagem da realidade do uso e a incorporação de conhecimentos para a melhoria das interfaces entre os componentes humanos e os demais constituintes do sistema de produção, a Ergonomia tem tido bastante sucesso em tratar de problemas onde outras abordagens têm deixado a desejar;

- Como disciplina científica a Ergonomia através do estudo das capacidades e limitações e demais características humanas necessárias para o projeto de boas interfaces, assim como busca modelar a atividade de trabalho para garantir a qualidade operacional deste projeto.

Para tanto ela situa num cruzamento interdisciplinar entre várias disciplinas como Fisiologia, a Psicologia, a Sociologia, a Lingüística e práticas profissionais como a Medicina do Trabalho, o Design, a Sociotécnica e as Tecnologias de estratégia e organização. Toda esta interdisciplinaridade se centra no conceito de atividade de trabalho, o verdadeiro objeto da Ergonomia.

3.4 - OBJETO E OBJETIVO DA ERGONOMIA

Se, para certo número de disciplinas, o trabalho é o campo de aplicação ou uma extensão do objeto próprio da disciplina, para a ergonomia o trabalho é o único possível de intervenção.

A ergonomia tem como objetivo produzir conhecimentos específicos sobre a atividade do trabalho humano. O objetivo desejado no processo de produção de conhecimentos é o de informar sobre a carga do trabalhador, sendo a atividade do trabalho específica a cada trabalhador.

O procedimento ergonômico é orientado pela perspectiva de transformação da realidade, cujos resultados obtidos irão depender em grande parte da necessidade da mudança. Mesmo que o objetivo possa ser diferente de acordo com a especialização de cada pesquisador, o objeto do estudo não pode ser definido a priori, pois sua construção depende do objetivo da transformação.

Em ergonomia o objeto sobre o qual se pretende produzir conhecimentos, deve ser construído por um processo de decomposição/ recomposição da atividade complexa do trabalho, que é analisada e que deve ser transformada.

O objetivo é ocultar o mínimo possível a complexidade do trabalho real. Quanto mais ergonomia aprofunda o seu questionamento sobre a realidade, mais ela é interpelada por ela mesma.

3.5 - HISTÓRICO E FASES DA ERGONOMIA

Desde os tempos do Homem das Cavernas, a Ergonomia já existia e era aplicada. Quando se descobriu que uma pedra poderia ser afiada até ficar pontiaguda e transformar-se numa lança ou num machado, ali estava se aplicando a Ergonomia. Quando se posicionavam galhos ou troncos de árvores sob rochas ou outros obstáculos, como alavanca ali estava a Ergonomia.

Oficialmente, a Ergonomia nasceu em 1.949, derivada da 2ª Guerra Mundial. Durante a guerra, centenas de aviões, tanques, submarinos e armas foram rapidamente desenvolvidas, bem como sistemas de comunicação mais avançados e radares. Ocorre que muitos destes equipamentos não estavam adaptados às características perceptivas daqueles que os operavam, provocando erros, acidentes e mortes.

Como cada soldado ou piloto morto representava problemas sérios para as Forças Armadas, estudos e pesquisas foram iniciados por Engenheiros, Médicos e Cientistas, a fim de que projetos fossem desenvolvidos para modificar comandos (alavancas, botões, pedais, etc.) e painéis, além do campo visual das máquinas de guerra. Iniciava-se, assim, a adaptação de tais equipamentos aos soldados que tinham que utilizá-los em condições críticas, ou seja, em combate.

Após a guerra, diversos profissionais envolvidos em tais projetos reuniram-se na Inglaterra, para trocar idéias sobre o assunto. Na mesma época, a Marinha e a Força Aérea dos Estados Unidos montaram laboratórios de pesquisa de Ergonomia (lá conhecida por Human Factors, ou Fatores Humanos), com os mesmos objetivos.

Posteriormente, com o Programa de Corrida Espacial e a Guerra Fria entre Rússia e os EUA, a Ergonomia ganha impressionante avanço junto à NASA. Com o enorme desenvolvimento tecnológico divulgado por esta, a Ergonomia rapidamente se disseminou pelas indústrias de toda a América do Norte e Europa.

Assim, percebe-se uma **primeira Fase** da Ergonomia, referente às dimensões de objetos, ferramentas, painéis de controle dos postos de trabalho usados por operários. O objetivo dos cientistas, nesta fase, concentrava-se mais ao redimensionamento dos postos de trabalho, possibilitando um melhor alcance motor e visual aos trabalhadores.

Numa **segunda Fase**, a Ergonomia passa a ampliar sua área de atuação, confundindo-se com outras ciências, eis que fazendo uso destas. Assim, passa o Ergonomista a projetar postos de trabalho que isolam os trabalhadores do ambiente industrial agressivo, seja por agentes físicos (calor, frio, ruído, etc.), seja pela intoxicação por agentes químicos (vapores, gases, particulado sólido, etc.). O que se percebe é uma abrangência maior do Ergonomista nesta fase, adequando o ambiente e as dimensões do trabalho ao homem.

Em uma fase mais recente, **terceira Fase**, na década de 80, a Ergonomia passa a atuar em outro ramo científico, mais relacionado com o processo cognitivo do ser humano, ou seja, estudando e elaborando sistemas de transmissão de informações mais adequadas às capacidades mentais do homem, muito comuns junto à informática e ao controle automático de processos industriais, através de SDCD's (Sistema Digital de Controle de Dados). Tal fase intensificou sua atuação mais na região da Europa, disseminando-se a seguir pelo resto do mundo.

Por fim, na atualidade, pesquisas mais recentes estão se desenvolvendo em relação à Psicopatologia do Trabalho e na análise coletiva do trabalho. Especificamente a Escola Francesa de Ergonomia interessou-se por tais ciências e as vem divulgando pelo mundo, inclusive no Brasil.

A primeira estuda as reações psicossomáticas dos trabalhadores e seu sofrimento frente às situações problemáticas da rotina do trabalho, levando em consideração que muitas destas situações não são previstas pela empresa, e muito menos aceitas por estas. Já a Análise Coletiva do Trabalho estabeleceu um importante diálogo entre o Ergonomista e grupos de trabalhadores, que passam a explicar livremente suas críticas, idéias e sugestões relacionadas aos problemas que os fazem sofrer em seu trabalho, sem sofrer pressões por parte das chefias, o que é essencial.

Com o objetivo de resumir o que estudamos até aqui, podemos lembrar o início, que o objetivo principal do Ergonomista é o de adequar o trabalho ao homem, seja este trabalho de qualquer característica, em qualquer área de atuação. Portanto, qualquer agressão física ou psíquica deverá ser isolada ou eliminada em relação ao trabalhador.

3.6 – RISCOS ERGONÔMICOS

A ergonomia ou engenharia humana é uma ciência relativamente recente que estuda as relações entre o homem e seu ambiente de trabalho e definida pela Organização Internacional do Trabalho - OIT como "A aplicação das ciências biológicas humanas em conjunto com os recursos e técnicas da engenharia para alcançar o ajustamento mútuo, ideal entre o homem e o seu trabalho, e cujos resultados se medem em termos de eficiência humana e bem-estar no trabalho".

Riscos ergonômicos são os fatores que podem afetar a integridade física ou mental do trabalhador, proporcionando-lhe desconforto ou doença.

São considerados riscos ergonômicos: esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada, controle rígido de produtividade, situação de estresse, trabalhos em período noturno, jornada de trabalho prolongada, monotonia e repetitividade, imposição de rotina intensa.

Os riscos ergonômicos podem gerar distúrbios psicológicos e fisiológicos e provocar sérios danos à saúde do trabalhador porque produzem alterações no organismo e estado emocional, comprometendo sua produtividade, saúde e segurança, tais como: LER/DORT, cansaço físico, dores musculares, hipertensão arterial, alteração do sono, diabetes, doenças nervosas, taquicardia, doenças do aparelho digestivo (gastrite e úlcera), tensão, ansiedade, problemas de coluna, etc.

Para evitar que estes riscos comprometam as atividades e a saúde do trabalhador, é necessário um ajuste entre as condições de trabalho e o homem sob os aspectos de praticidade, conforto físico e psíquico por meio de: melhoria no processo de trabalho, melhores condições no local de trabalho, modernização de máquinas e equipamentos, melhoria no relacionamento entre as pessoas, alteração no ritmo de trabalho, ferramentas adequadas, postura adequada, etc.

3.7 - INTERVENÇÃO ERGONÔMICA

De acordo com Menezes e Menezes (2008) o conceito de intervenção ergonômica inicialmente desenvolvida pela escola francesa de Ergonomia é hoje uma forma internacional de atuação do profissional que trabalha com a ergonomia. A efetividade da ergonomia consiste em transformar positivamente o ambiente de trabalho (ambiente aqui tomado em seu sentido amplo, e inclui a tecnologia e a organização com seus componentes).

Segundo Couto (2002), “o trabalho de preparar um diagnóstico é irrelevante se este não criar mudanças positivas. Isto significa que a intervenção ergonômica é uma tecnologia da prática que objetiva modificar a situação de trabalho para torná-la mais adequada às pessoas que nela **operam**”. Diferencia-se desta forma de estudos e análises de caráter apenas descritivo ou sem comprometimento de fato, com as mudanças no trabalho, como a produção de laudos ou diagnósticos puramente acadêmicos.

3.7.1 - Caracterização

O que caracteriza uma intervenção ergonômica é a construção que viabiliza a mudança necessária, que possa inserir os resultados da ergonomia nas crenças e valores das organizações que as demandam e recebem os seus resultados. Esta construção divide a intervenção e se realiza em distintas etapas: a instrução da demanda, a análise da atividade e dos riscos ergonômicos, a concepção de soluções ergonômicas e a implementação ergonômica.

A instrução da demanda compreende todo o encaminhamento contratual da intervenção, o que passa pelo ajuste e foco do problema, identificação do processo de tomada de decisão na organização, levantamento dos recursos humanos para formar a consultoria interna, e determinação das formas de apresentação de resultados.

A análise da atividade e dos riscos ergonômicos consiste no conjunto de coletas de dados e informações que permitem ao ergonomista realizar as modelagens necessárias para prover mudanças no ambiente de trabalho. Por risco ergonômico entenderemos a condição ou a prática que trás obstáculos à produtividade, que desafie a boa qualidade ou que tragam prejuízos ao conforto, segurança e bem estar do trabalhador.

A etapa de concepção de soluções ergonômicas varia de acordo com a natureza do problema e da forma com que a demanda foi instruída e ainda com os resultados da fase anterior. A implementação ergonômica constitui-se na fase final de uma intervenção.

3.7.2 - Utilidade

Os trabalhos em ergonomia têm uma dupla vertente: científica e prática. Os resultados práticos se traduzem nas mudanças implantadas nas organizações onde as intervenções são realizadas.

3.7.3 - Praticidade

A ergonomia é uma disciplina para a ação sobre o real, e, como tal, se expressa de forma especialmente pertinente para os projetos de mudanças na tecnologia física e de gestão. Os desdobramentos de uma intervenção ergonômica, no âmbito científico e tecnológico podem ser muitos, mas o que confere a uma ação no ambiente de trabalho, e no caráter de intervenção ergonômica, é o resultado materializado num projeto implantado de mudanças para melhor.

Assim, uma intervenção cujo resultado aparentemente pífio é a redefinição de especificações da compra de mobiliário, é ergonômica na medida em que atinge um resultado em termos de boas modificações da situação de trabalho; inversamente, uma profunda reflexão detalhada e interessante, sobre as dimensões psíquicas dos maquinistas ferroviários sem repercussões concretas, não caracteriza uma intervenção ergonômica.

3.8 – BIOMECÂNICA

A biomecânica é a ciência que estuda as relações entre as partes do corpo em movimento ou mesmo em repouso. Avalia as forças envolvidas na manutenção de posturas e suas repercussões sobre o organismo.

A palavra chave que assegura boa postura é flexibilidade, pela simples razão de que a variação de posição ora favorece as articulações, ora favorece a economia de energia, uma vez que não existe uma única postura que satisfaça as duas necessidades.

No trabalho existe uma postura que necessariamente será mantida por mais tempo. No escritório, a postura base é a sentada e será tolerada por mais tempo se a cadeira e demais elementos do posto de trabalho forem bons e estiverem regulados adequadamente.

Uma parte importante das tarefas na Empresa é executada dentro de escritórios. Por isso, uma série de aspectos deve ser levado em conta para tomar essas atividades confortáveis, seguras e agradáveis. A seguir, as principais dicas que os gerentes e supervisores devem conhecer sobre condições ambientais, layout, postura, mobiliário e organização do trabalho.

O ambiente de trabalho deve proporcionar a pessoa não apenas salubridade, mas também conforto. Para isso, três aspectos são essenciais: temperatura, o ruído e a iluminação do ambiente.

Para que a postura no trabalho assegure conforto e não acarrete problemas de saúde ao empregado é importante prestar atenção à flexibilidade. A variação das posições durante as tarefas favorece os movimentos das articulações e proporciona economia de energia. Ficar muito tempo numa mesma posição provoca cansaço. Mas em qualquer atividade, existe uma postura base, que é aquela em que a pessoa fica a maior parte da jornada de trabalho.

Para que as dicas de biomecânica funcionem plenamente, o mobiliário deve estar ajustado às necessidades de trabalho.

3.8.1 – Biomecânica básica da coluna vertebral do ser humano

A coluna vertebral tem 4 funções:

- Eixo de sustentação do corpo;
- Estrutura de mobilidade entre a parte superior e a parte inferior do corpo;
- Amortecimento de cargas;
- Proteção à medula espinhal.

O corpo humano é tradicionalmente dividido em cabeça, tronco e membros; unindo a porção superior e a porção inferior do corpo onde temos o tronco, e no tronco, a única estrutura óssea existente é a coluna vertebral, que dá a característica ereta ao ser humano, sem a coluna o ser humano não seria ereto.

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.

A coluna é formada de 24 vértebras livres, sendo 7 cervicais; 12 torácicas; 5 lombares; 09 vértebras fundidas, sendo 5 sacrais e 4 coccígeas. Cada vértebra é composta de duas partes, a sólida (lâminas vertebrais) e a fraca (corpos vertebrais) (NETTER, 2000).

A coluna vertebral é o eixo do esqueleto. Formado por inúmeros ossos livres e móveis entre si, denominados vértebras, além de outros cinco ossos fundidos chamados de sacro e mais quatro parcial ou totalmente fundidos denominados cóccix de acordo com a Figura 1.

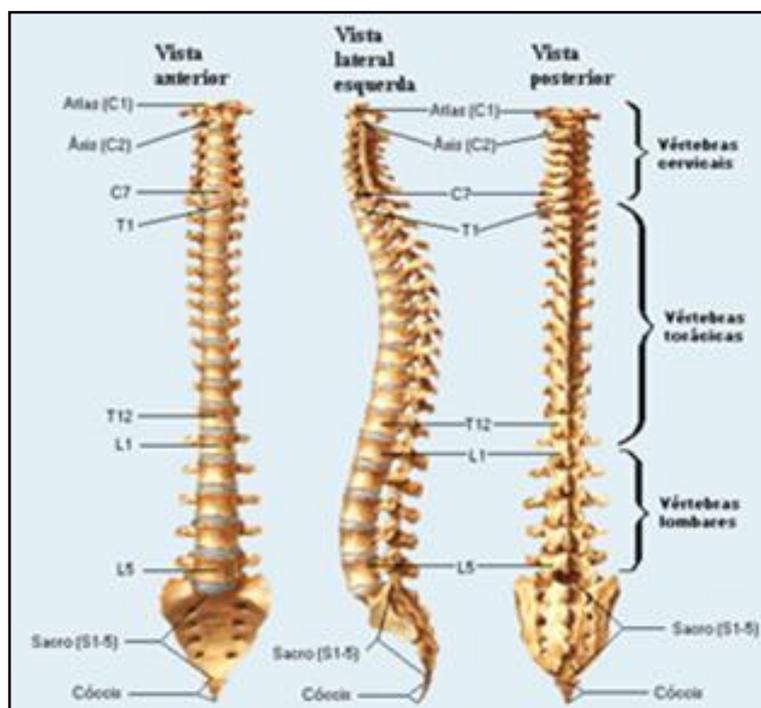


Figura 1: Coluna Vertebral.

Fonte: Netter, (2000).

A parte sólida compreende um orifício por onde passa a medula, no centro da vértebra e ainda três asas, duas chamadas de apófises transversas e uma de apófise espinhosa, localizadas na região posterior da coluna. “Estas apófises servem para orientar os movimentos da coluna e para a inserção dos músculos das costas” (NETTER, 2000). Existem ainda nas vértebras, pequenos furos responsáveis pela passagem dos nervos originários da medula espinhal, que são os orifícios de conjugação.

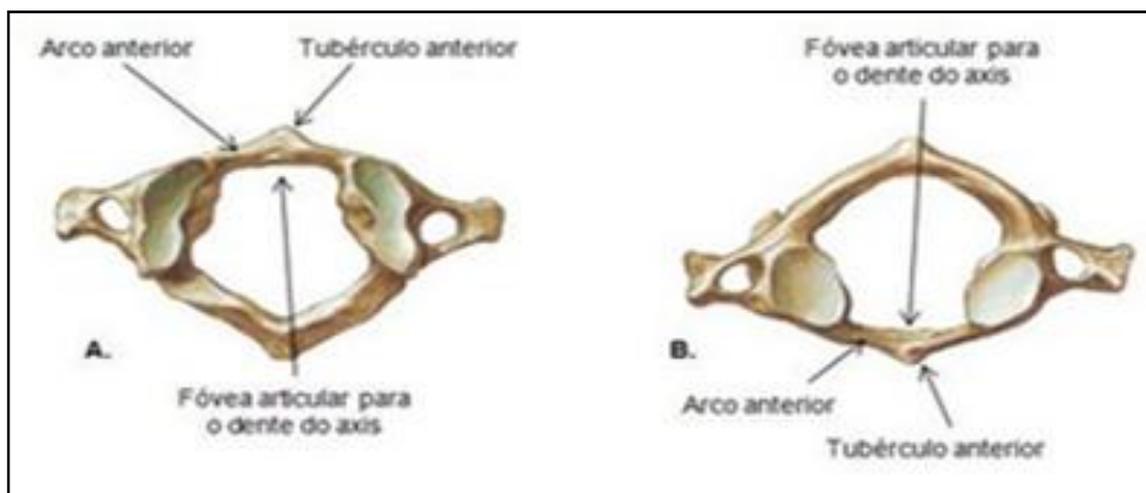


Figura 2: Anatomia de uma vértebra típica.
Fonte: Netter, (2000).

A parte central da vértebra ou corpo da vértebra (parte fraca) possui estrutura trabecular esponjosa e estável conforme Figura 2, a qual suporta o peso do corpo. As estruturas existentes nas vértebras livres formam o sacro, e no cóccix não é possível reconhecer as respectivas características (NETTER, 2000).

O disco intervertebral tem como principal função a proteção e a mobilidade da coluna. Estes discos se localizam entre as vértebras, ligando-as entre si, em articulações semi-móveis e cartilaginosas. “As principais características destes discos são a sua espessura que varia de 3 a 7 mm, cujo tecido é cartilaginoso, fibroso e do diâmetro do corpo das vértebras correspondentes. Apresentam, também, um centro mole, flexível” (NETTER, 2000).

Assim, a principal função destes discos é a atuação como colchão de água na coluna vertebral, deslocando-se, compensatoriamente, em direção ao local que sofre maior pressão, como é mostrado na Figura 3.



Figura 3: Vértebra, discos e ligamentos.
Fonte: Rodts, (2009).

Os ligamentos se estendem ao longo da coluna em faixas, que unem as vértebras entre si de maneira múltipla. Estes também atuam como agentes protetores, além de limitarem certos movimentos e, segundo Netter (2000) e Sobotta (2000), devido às pressões os ligamentos são afetados com distúrbios vertebrais, discais e musculares.

O suporte e a estabilidade da coluna são de responsabilidade dos músculos. A postura correta é permitida pelos músculos que moldam as curvas da coluna.

Outra importante característica da coluna vertebral são as suas curvaturas fisiológicas, que têm como principal função o aumento de flexibilidade e a capacidade de absorver choques. Permitindo, segundo Netter (2000), a capacidade de absorção dos impactos sobre a coluna vertebral são 17 vezes mais flexíveis. “Estas curvaturas se dividem em cervical, torácica, lombar e sacral”.

A coluna tem curvaturas e estas curvaturas garantem um equilíbrio relativamente fácil do ser humano na posição de pé, parado.

Mobilidade dos diversos segmentos da coluna:

- Coluna cervical: habilidade para torção, flexão e extensão;
- Coluna torácica: habilidade para torção;

- Coluna lombar: habilidade somente para flexão e extensão.

Como já foi visto antes a coluna é composta por 33 vértebras, cada uma apoiada sobre um disco que está sobre a vértebra imediatamente abaixo da 1ª. Esta característica possibilita a todo o conjunto uma mobilidade extraordinária, dentro de limites impostos pela própria estrutura anatômica de cada região da coluna.

Assim é que a região cervical apresenta a maior mobilidade (flexibilidade) de todo o sistema, seguida pela região lombar e dorsal, até atingirmos a região sacro-coccigeana, que apenas rotaciona sobre o eixo da cintura pélvica.

A mobilidade do conjunto, entretanto, representa não apenas flexibilidade útil para desenvolvê-lo de inúmeras tarefas efetuadas pelo ser humano, mas alguns riscos à região da coluna vertebral.

A anatomia dos músculos para vertebrais (também chamados de músculos das costas) mostra que eles estão bem habilitados a desenvolver o esforço de tracionar o tronco da posição horizontal para a vertical, desde que contra pequena resistência. Esta conclusão pode ser deduzida a partir de dois achados:

- Os **músculos dorsais** se inserem nas apófises transversais e espinhosas das vértebras através de fâscias, e não de tendões. Como é sabido, as fâscias são muito menos resistentes do que os tendões.
- O **movimento da força** a ser desenvolvida pela musculatura do dorso, quando se eleva o tronco da horizontal para a vertical, é muito pequeno. Devido ao fato de estar a musculatura do dorso a apenas 5 cm do ponto de apoio desses movimentos, para elevar um peso na posição de tronco flétido, os músculos do dorso têm que desenvolver um esforço cerca de 17 vezes maior que o peso da carga que está sendo elevada.

A forma mais comum de levantar uma carga é utilizando os músculos do dorso. Contudo, esta é a forma mais errada de procedimento para tal (ALVES *et. al.*, 2001).

A Figura 4 mostra claramente que o levantamento de peso utilizando os músculos do dorso exige uma grande força por parte destes.

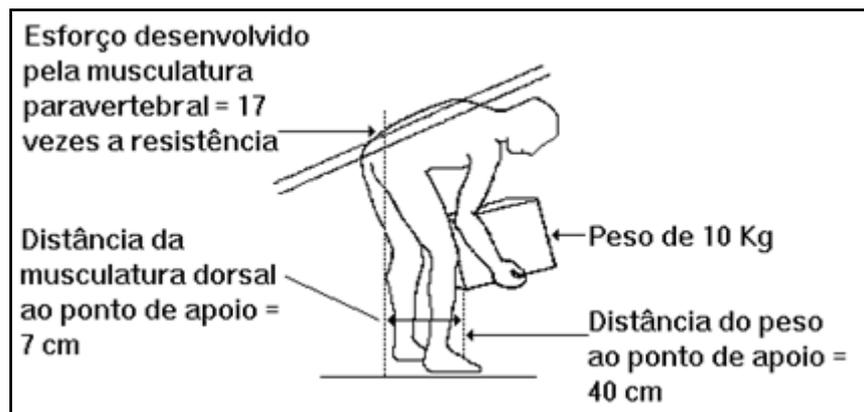


Figura 4: Músculos dorsais no levantamento de cargas.
Fonte: Couto, (2002).

Os músculos do dorso devem ser considerados apenas como músculos posturais, pois, são músculos tônicos, e, como tais, têm pouca força. Ao contrário, os músculos das nádegas e das coxas, que são músculos fásicos, possuem grande força muscular. Assim, a musculatura dos membros inferiores é que deve fazer o esforço físico de elevação do corpo, quando se está levantando um peso.

Na coluna lombar, a flexão não é muito ampla. Quando a pessoa se propõe a fazer uma flexão do tronco, de tal modo que as mãos atinjam o chão sem dobrar os joelhos, o movimento pode ser decomposto em 4 etapas:

1. Primeiro, a lordose lombar desaparece;
2. Segundo, a coluna lombar adota a forma de cifose;
3. Terceiro, ocorre à inclinação máxima da coluna lombar, que é insuficiente para que as mãos atinjam o chão (chega-se no máximo ao nível dos joelhos);
4. Quarto ocorre simultaneamente com os movimentos acima, a inclinação da bacia e seu deslocamento para trás.

Este padrão de movimento, simétrico, fácil e harmônico de coluna lombar e da bacia, é chamado de ritmo lombo-pélvico.

Os **discos intervertebrais** (Figura 3) são as estruturas encarregadas de amortecer carga de pressões ao longo da coluna vertebral. O amortecimento de cargas é primordialmente uma função do núcleo pulposos. Esse componente do disco intervertebral tem a composição aproximada de uma gelatina, e quando as pressões

incidem superiormente, inferiormente ou mesmo lateralmente, são amortecidas radicalmente.

O disco intervertebral é um dos pontos fracos do organismo. Após a idade de 20 anos, a artéria que o nutre se oblitera e a nutrição do disco passa a ser por embebição a partir dos tecidos vizinhos. O disco passa a se comportar como uma esponja, que sob pressão, tem seu conteúdo líquido esvaziado e sem pressão, aspira líquido a partir dos tecidos vizinhos.

Esta forma de nutrição do disco nos induz a duas conclusões importantes:

- O disco intervertebral é uma estrutura propensa a uma degeneração precoce;
- Todo aumento de pressão sobre o disco tende a tornar sua degeneração ainda mais precoce.

3.8.2 – Condições antiergonômicas e suas conseqüências para a coluna

As lombalgias se constituem nas conseqüências básicas das condições antiergonômicas. Estas, nos trabalhadores podem ser ocasionadas de forma genérica, como uma incorreta utilização da máquina humana, na maioria das vezes por desconhecer-se os limites da coluna vertebral (COUTO, 2002).

No homem, o aparecimento das lombalgias tem estreita relação com a profissão exercida por este. As profissões com uma grande sobrecarga física, somada a uma postura inadequada ao realizar o esforço, expõem o trabalhador a dores, (geralmente na zona lombar, parte baixa das costas). Este tipo de lombalgias é devido ao trabalho de caráter ocupacional, que conforme Scotton (2007):

O manuseio e a movimentação de cargas pesadas, o trabalho prolongado em posições inclinadas do tronco, as trepidações contínuas, são as causas mais freqüentes do aparecimento de diferentes tipos de lombalgias.

Como conseqüência, esta doença é encontrada principalmente nos trabalhadores braçais, serventes, mineiros, pedreiros, carpinteiros, agricultores e estivadores.

As lombalgias não só afetam a saúde do próprio trabalhador como também existem conseqüências sociais, tais como, absenteísmo, mudança de profissão por incapacidade laboral, gastos previdenciários, dentre outros, que não devem ser negligenciados.

Algumas lombalgias, relacionadas mais diretamente ao manuseio e movimentação manual de cargas são apresentadas a seguir:

- a) Escoliose: desvio lateral da coluna. Há dois tipos dela, a verdadeira ou estrutural (caracterizada por ser de difícil correção e acompanhada de agressões nas estruturas ósseas e, às vezes, de rotação das vértebras) e a funcional (proveniente basicamente de vícios posturais);
- b) Cifose: acentuação da curva torácica fisiológica. Há dois tipos de cifoses, segundo Scotton (2007), “uma do ponto de vista fisiológico (flexível e rígida) e outra do ponto de vista anatômico (longa e alta)”. Existem quatro tipos de cifoses, que são apresentadas a seguir:
 - Flexível: caracterizada por ser reversível e não existir comprometimento dos ossos, sendo causada, por exemplo, pela osteoporose entre as pessoas de mais idade;
 - Rígida: provoca uma limitação progressiva, dentre os adultos, das articulações de extensão;
 - Longa: é caracterizada por um grande arco que parte da região lombar para a dorsal;
 - Alta: possui um arco bem curto sobre a região dorsal.
- c) Hiperlordose: é basicamente uma acentuação da curvatura lombar fisiológica. É caracterizado por uma musculatura abdominal alongada e a glútea enfraquecida, razão pela qual a pélvis sofre uma basculação anterior e o abdômen será projetado para frente.

As patologias mais freqüentes, dentre os trabalhadores que realizam atividades de movimentação de materiais e esforços intensos, são apresentadas a seguir:

- a) Hérnia de Virilha: está associada mais freqüentemente em indivíduos que trabalham de forma braçal (movimentado cargas pesadas). Quando um trabalhador dobra seu corpo ao levantar uma carga, isso faz com que o

abdômen sofra pressão e as vísceras são empurradas contra a parede abdominal, os pontos sensíveis rompem em direção a cada lado da virilha (BARROS *et. al.*, 2004).

- b) **Hérnia de disco:** os discos intervertebrais são elásticos que formam as articulações fibrocartilagens entre os corpos adjacentes. Esses discos têm a função amortecer os impactos da coluna vertebral, como também auxiliar a sua movimentação. A partir do momento que os discos intervertebrais sofrem sobrecarga começa acontecer um processo de degeneração, provocando um edema e a congestão dos discos intervertebrais, causando o assim o sintomas de hérnia discal (NATUOR, 2004).
- c) **Fraturas:** geralmente ocorre por descuidos dos próprios trabalhadores, exemplo disso é: deixar cair carga no pé, quando existe um excesso de peso além do limite a ser carregado.
- d) **Luxações:** acontece quando a extremidade de um osso ao nível de uma articulação se desloca. O caso mais freqüente, ocorrido nas atividades que movimentam cargas, se dá nas costas, no momento de carregar uma carga, e fazer uma rotação com base (pés) fixa.
- e) **Deformidades físicas:** o emprego de técnicas inadequadas se traduz na adoção de posturas inadequadas, afetando as curvas da coluna vertebral e alterando a musculatura.
- f) **Distensão muscular:** é considerada a lesão mais freqüente dentre as ocasionadas pelo manuseio e movimentação inadequado de cargas. Esta lesão se caracteriza, pelo movimento realizado de forma brusca e violenta, e é acompanhada de intensa dor na movimentação. Geralmente ocorre devido a métodos inadequados no manuseio.

Um dos fatores da biomecânica do disco intervertebral é a variação da pressão que ocorre conforme varia a posição de movimento. Quando ao levantar uma carga o disco intervertebral sofre um impacto de 100 kg em L3, quando o indivíduo movimenta o tronco em um determinado movimento mecânico excessivo, a sobrecarga elevada sobre as fibras pósteros-laterais afeta os discos lombares (NATUOR, 2004).

É desaconselhável levantar ou manusear um peso, durante um movimento de rotação do corpo com base fixa. Nestes casos, os problemas acima mencionados são ampliados de forma alarmante.

Deixar uma brecha entre o operário e a bancada é a causa de muitos acidentes (no caso de deixar cair o peso, e de tentar salvar a situação).

Casos como os mencionados anteriormente, e outros, podem levar a sérias fraturas ou luxações dos músculos na parte inferior das costas.

As tensões desnecessárias de grupos musculares, sobretudo ao se usarem técnicas inadequadas, provocam um cansaço maior, tornando os músculos cansados ou fatigados, podendo provocar sérios danos aos tecidos musculares.

As deformidades posturais acontecem quando o músculos observados tem alterações na curvatura cervical, como cifose, lordose, escoliose, atrofias e sinais de traumatismos (NATUOR, 2004).

3.8.3 – Os modelos biomecânicos

Os modelos de cálculos mecânicos relacionados à máquina humana tem-se mostrado ferramentas extremamente úteis para predizer e analisar o que ocorre com os segmentos corpóreos do indivíduo.

Os cálculos biomecânicos partem do princípio em que os movimentos grupamentos musculares do ser humano podem ser decompostos, analisando-se em cada caso a força, o braço de potência, a resistência, o braço de resistência e o torque.

Torque, ou momento, ou tendência de giro, é a resultante final da aplicação de uma força num determinado sistema capaz de girar.

Assim, o movimento de um braço ou de uma perna é o torque da ação daquele sistema de forças.

A resistência ao movimento pode ser decorrente apenas do peso do segmento corpóreo ou de um peso que esteja sendo elevado, ou de uma alavanca que esteja sendo deslocada.

Os aspectos de biomecânica fáceis de serem entendidos, com suas repercussões práticas são os seguintes:

- Se o antebraço estiver na horizontal, independente do peso que esteja sendo sustentado, este fator, por si só, representa uma tendência de giro da articulação do cotovelo. Para equilibrar este sistema de forma estática, os músculos bíceps e braquiorradial terão que trabalhar mais.
- Ao contrário, se o antebraço estiver na vertical, haverá menor tendência de giro, e portanto, os músculos citados desenvolverão menor esforços.
- O torque, ou tendência de giro de uma articulação, é “repassado” para a articulação seguinte assim, se houver alguma tendência de giro no cotovelo, haverá também algum torque no ombro correspondente;
- Os torques nos ombros são “repassados” para os coxofemorais, gerando uma tendência de giro nesta região, que deverá ser contrabalançada pela ação dos músculos do dorso;
- Pode-se entender assim porque a melhor posição de se estar é com o eixo vertical preservado. Pode-se também entender porque o simples fato de levantar os braços na horizontal, à altura dos ombros, já acarreta um aumento da força de contração dos músculos do dorso;
- Pode-se também entender porque o fato de encurvar o tronco já acarreta um aumento da força de contração dos músculos do dorso.

3.9 – LIMITES DE LEVANTAMENTO DE PESO

Segundo os fundamentos da Biomecânica, praticamente não existem limites para o ser humano, quando são utilizados ferramentas e equipamentos adequados ao peso e ação a ser executada, adotando uma postura adequada no momento de realizar os esforços (COUTO, 2002).

Nos dias de hoje, ainda é freqüente encontrar atividades onde predominam o manuseio e a movimentação manual de cargas. E a dúvida é se esta atividade está sendo realizada dentro dos limites normais de tolerância, ou se está sobrecarregando alguma parte do corpo, havendo possibilidades de vir a provocar uma lesão músculo-ligamentar ou mesmo uma hérnia de disco.

No Brasil, a legislação não é muito específica, neste ponto. Estipula em 60 (kg) o peso máximo que um trabalhador deve manusear, numa atividade laboral. Apesar disto, este valor não pode ser referenciado para uma atividade que seja realizada durante toda uma jornada de trabalho. Desta forma, alguns trabalhadores, acostumados a levantar cargas que variam de 10 a 15 kg, apresentaram hérnia de disco, ou outras lesões na coluna ou membros, o que nos leva a questionar não só a legislação, como os métodos utilizados para obter estas referências limites (COUTO, 2002).

A seguir será apresentado o método *NIOSH*, escolhido por ser prático e fácil de utilizar, apresentando uma metodologia de avaliação simples e eficaz, na determinação da carga limite a ser manuseado e movimentado por um trabalhador.

CAPÍTULO IV – MÉTODO NIOSH

Muitos acadêmicos e profissionais que trabalham na área de saúde e ergonomia ocupacional se deparam com situações em que é necessário “quantificar” uma situação de trabalho analisada.

Este é um ponto crucial já que em ergonomia a maior parte da análise se desenvolve no campo qualitativo, onde características de uma atividade são descritas.

Dentre essas necessidades se destaca a quantificação do levantamento manual de cargas, que ainda nos tempos de hoje é uma das maiores causas de disfunções musculoesqueléticas nos trabalhadores.

No Brasil, a legislação não é muito específica, neste ponto. Estipula em 60 (kg) o peso máximo que um trabalhador deve manusear, numa atividade laboral (Brasil, 1994). Apesar disso, este valor não pode ser referenciado para uma atividade que seja realizada durante toda uma jornada de trabalho. Desta forma, alguns trabalhadores, acostumados a levantar cargas que variam de 10 a 15 kg, apresentaram hérnia de disco, ou outras lesões na coluna ou membros, o que nos leva a questionar não só a legislação, como os métodos utilizados para obter estas referências limites (Couto, 1995).

A seguir será apresentado o método NIOSH, escolhido por ser prático e fácil de utilizar, apresentando uma metodologia de avaliação simples e eficaz, na determinação da carga limite a ser manuseada e movimentada por um trabalhador, aceito e utilizado em vários países.

4.1 - HISTÓRICO

Nos Estados Unidos, em 1980, com iniciativa do *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*, patrocinou um método que foi desenvolvido para determinar a carga máxima a ser manuseada e movimentada entre os trabalhadores. Para isto, os pesquisadores se reuniram e tiveram a conclusão que o método deveria levar em conta os seguintes aspectos:

- a) Epidemiológico: estudar as doenças, incidências, prevalências, efeitos e tratamento das doenças ocupacionais que estão relacionadas às atividades

manuais de cargas. Como também das lesões repetitivos (DORT/LER), fraturas e distensões musculares (PEGATIN, 2008).

- b) Psicológico: que considera o comportamento humano numa determinada situação. “No caso do trabalho, observamos que a imposição de certas tarefas depende da aceitação do próprio trabalhador. Um exemplo claro nos mostra que como forma de prevenir as lombalgias, estipula-se que um trabalhador remova um conjunto de 1000 peças de 1 kg, uma de cada vez. Esta proposta é inviável economicamente, e psicologicamente será muito mal aceita pelo trabalhador” (COUTO, 2002).
- c) Biomecânico: estuda as estruturas e funções dos sistemas biológicos, usando conceitos, métodos e leis da mecânica. A biomecânica do movimento humano trata do estudo do movimento durante o trabalho, na vida diária e nos esportes. (PEGATIN, 2004).
- d) Fisiológico: estuda as funções do organismo vivo. O fenômeno do crescimento, digestão, respiração, reprodução, excreção, são primordialmente fisiológicos. A fisiologia do exercício estuda as funções do organismo em relação ao trabalho físico (PEGATIN, 2004).

O método de *NIOSH* foi revisto em 1991 com a proposta que o Limite de Peso Recomendado (L.P.R) e o Índice de Levantamento (I.L) seja menor que 1.0 (COSTA *et. al.*, 2004).

Após estas indagações e constatações, ficou estabelecido um critério não baseado em determinada carga, acima da qual seria problemático e abaixo da qual haveria segurança, nem se basearam em estabelecer uma frequência máxima, nem uma técnica específica para fazer um esforço.

O método utilizado estabeleceu que, para uma situação de trabalho qualquer, no levantamento manual de cargas, existe um L.P.R, uma vez calculado compara-se com a carga real levantada, obtendo-se então o índice de Levantamento (I.L).

Segundo os pesquisadores uma carga abaixo dos limites recomendados:

- A incidência de lesões dorsais e de acidentes não aumenta significativamente;

- A carga limite induz uma força de compressão da ordem de 350 kg sobre o disco L5- S1, que pode ser tolerado pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde;
- O gasto energético ultrapassaria 240 watts quando a tarefa é superior a CLR;

Mais de 75% das mulheres e 95% dos homens são muscularmente capazes de levantar cargas correspondentes a CLR.

Um treinamento bem planejado somado com uma organização adequada do trabalho pode chegar a consensos mais razoáveis, estipulando pesos mais adequados, ritmos e posturas que evitem o comprometimento da saúde, tanto física quanto mental do trabalhador.

Os pesquisadores que revisaram o método de *Niosh* e decidiram que não deve ser avaliado apenas o critério para determinar carga, nem a frequência máxima e nem nenhuma técnica de esforço, mas deve-se calcular o Limite de Peso recomendado (L.P.R.) comparando com a carga real e na obtenção do índice de levantamento (I.L.). Assim determina o valor menor de 1.0 para I.L, onde a chance de lesão no trabalhador é mínima. Para o valor de 1.0 a 2.0 ou mais o risco é maior para adquirir lesões na coluna e no sistema músculo-ligamentar. Deve-se observar que processo do L.P.R, o trabalhador deve apenas levantar a carga de 3,5 kcal/min., o que é compatível com a jornada de trabalho(COSTA *et. al.*, 2004).

Valores baixos de 3,5 kcal/min. faz com que o indivíduo não apresente lesões significativos que comprometa o sistema osteomuscular. A compressão no disco intervertebral L5-S1, visualizada na figura 5, pode ser suportada normalmente até 3.400 N. Um trabalho que precise de força maior que 6.600 N, é capaz de causar pequenas lesões ou mesmo ruptura no disco intervertebral (PELLENZ, 2005).

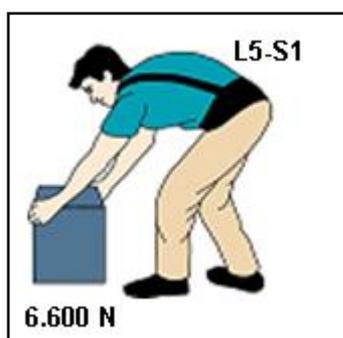


Figura 5: Força sobre L5 S1.
Fonte: Orselli, (2008).

Na Figura 5 a força sobre L5 S1 um esquema de forças atuando sobre o disco intervertebral situado entre a quinta vértebra (L5) lombar e a primeira vértebra do sacro (S1), quando de um levantamento manual de carga.

Ainda que existam programas prontos que realizam o cálculo desejado é muito importante conhecer como se chega as variáveis e ao resultado desejado, já que é de fundamental importância analisar de forma integral o processo que levou a pesquisa e possível solução de um problema ou dificuldade.

Os índices são:

- FDH – corresponde a distancia horizontal (em centímetros) entre a posição das mãos e no inicio do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginaria ligando os dois tornozelos. Calcula-se dividindo a constante 25 pela distancia mensurada. Portanto se a carga está a 30 cm de distancia do corpo, teremos: $25/30 = 0,83$ (fator de multiplicação da formula)
- FAV – corresponde à distancia vertical (em cm) das mãos com relação ao solo no inicio do levantamento.

O cálculo se dá pelo cálculo da formula: $1 - (0.0075 |V_c / 2.5-30|)$. Lembramos que os números apresentados são constantes das formulas e não devem ser modificados, cabendo apenas ao analista a mensuração da distancia das mãos (na pega) no início do levantamento – Fator “V”.

- FDVP – corresponde a distancia vertical percorrida desde o inicio do levantamento até o termino da ação. Sua formula de calculo é assim utilizada: $(0,82 + 4,5/D)$; onde D é a distancia total percorrida. Muitas pessoas acabam se confundindo neste fator em situações em que a carga encontra-se em alturas elevadas, como por exemplo, esteiras rolantes (trabalho de sacaria). Nesta condição podemos encontrar alturas iniciais até de 200 cm (ou 2 m). Neste caso o procedimento é o mesmo: se o trabalhador apanha um saco nesta altura e leva até o palet (40 cm), teremos: altura inicial (200 cm) – altura final (40 cm) = distancia percorrida “D” (160 cm), ai é só substituir na formula de cálculo: $(0,82 - 4,5/160) = 0,85$ (fator de multiplicação)
- FFL – o fator frequência de levantamento é obtido por meio de uma tabela pré- estabelecida. Nesta tabela deveremos observar quantas vezes o

trabalhador realiza o levantamento dentro de um minuto, a duração desta atividade e a distancia vertical (V) em que o levantamento acontece.

- FRLT – o fator rotação lateral do tronco como o próprio nome sugere, verifica a rotação em graus durante o transporte de carga. A formula de calculo se dá por: $1 - (0,32 \times A)$. Então se um funcionário realiza uma pega a sua frente e leva até uma esteira lateral esse angulo pode aproximar-se de 90° , então: $1 - (0,032 \times 90) = 0,71$ será o fator de calculo.
- FQPC – o fator qualidade de pega de carga segue alguns fatores mais qualitativos. As tabelas abaixo especificam algumas recomendações para a qualidade de pega.

A equação de cálculo utilizada para determinar o Limite de Peso Recomendada é a seguinte:

$$\text{LPR} = 23 \times \text{FDH} \times \text{FAV} \times \text{FDVP} \times \text{FFL} \times \text{FRLT} \times \text{FQPC}$$

Onde o valor 23, corresponde ao peso limite ideal, quer dizer, aquele que pode ser manuseado sem risco particular, quando a carga está idealmente colocada (FDH=25 cm; FAV=75 cm; FRLT=0°; freqüência de levantamento menor que uma vez a cada cinco minutos FFL<0,2/min.; e que a pega da carga seja fácil e confortável)

Sendo os fatores da equação explicados a seguir:

FDH - Fator distância horizontal do indivíduo à carga (25/H).

FAV - Fator altura vertical da carga = $1 - \left(0,0075 \left| \frac{V_c}{2,5 - 30} \right| \right)$.

FDVP - Fator distância vertical percorrida desde a origem até o destino ($0,82 + 4,5/D_c$).

FFL - Fator freqüência de levantamento conforme Tabela 1.

FRLT - Fator rotação lateral do corpo ($1 - 0,0032 \times A$).

FQPC - Fator qualidade da pega da carga conforme Tabela 2.

A seguir é apresentada a Tabela 1, que permite a obtenção do fator freqüência de levantamento (FFL), obtido através do cruzamento das variáveis de número de levantamentos por minuto com a duração ou manutenção da atividade.

Tabela 1: Fator Frequência de levantamento.

FREQUENCIA	DURAÇÃO DA MANUTENÇÃO CONTINUA					
	<= 8 horas		<= 2 horas		<= 1 hora	
	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94
2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,41	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Couto, (2002).

O fator qualidade da pega, que identifica as características de melhor ou pior conforto e facilidade para se manusear uma carga, pode ser obtido através da Tabela 2, na qual são cruzadas as variáveis de altura vertical da carga (Vc), com a característica predominante da pega, obtendo-se o resultado.

Tabela 2: Fator qualidade da pega.

Fator Qualidade da Pega da Carga – PQPC		
Pega	Vc < 75 (cm)	Vc > 75 (cm)
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Fonte: Couto, (2002).

Para definir a variável qualidade da pega, se faz necessário seguir algumas orientações colocadas por Couto (2002), apresentadas na Figura 6.

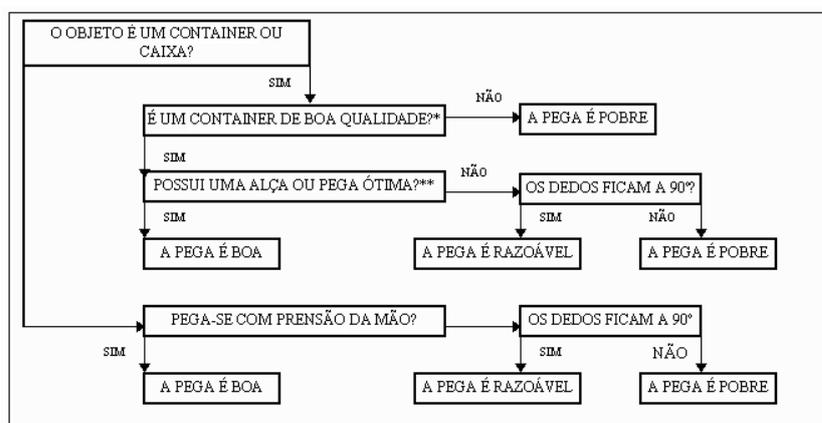


Figura 6: Fluxograma para definição da qualidade da pega.
Fonte: Couto, (2002).

Características de uma alça ou pega ótima:

Container ou caixa de boa qualidade

Comprimento ≤ 40 cm,

altura ≤ 30 cm

superfície de alguma compressibilidade não derrapante.

- a) No caso de uma alça ótima, esta deve ter um formato cilíndrico, a sua superfície deve ser não derrapante, o seu diâmetro de 1,8 a 3,7 cm, comprimento ≥ 11 cm, e no mínimo 5 cm de espaço para as mãos;
- b) No caso de uma pega numa caixa, esta deve ter uma altura de no mínimo 7,5 cm, comprimento ≥ 11 cm, forma semi-oval, no mínimo 3,2 cm de espaço para os dedos, a sua superfície deve ser não derrapante e com algum grau de compressibilidade;
- c) No caso de caixas ou similar, deve-se permitir a possibilidade de dobrar os dedos próximo de 90° debaixo desta.

4.2 – ESTABELECIMENTO DO PESO MÁXIMO RECOMENDADO DE 23 KG

Ao estabelecer o limite de peso em 23 kg, os especialistas destacam que este é o Limite de Peso Recomendado, que é um peso que mais de 90% dos homens e mais de 75% das mulheres podem levantar sem problemas (COUTO, 2002).

A título de exemplo, pode-se mencionar que na Itália, trabalha-se com o valor de 30 kg para os homens e 20 kg para as mulheres. E na comunidade Européia, trabalha-se num consenso que estipula em 25 kg, o peso limite, salvo os países que trata das legislações, em alguns países do mundo.

Assim, é recomendado que para que uma pessoa possa levantar uma carga de 23 kg, esta deve estar próxima do corpo, sendo pega a uma altura de 75 cm, elevada 30 cm entre sua origem e seu destino, qualidade de pega boa e frequência de levantamento menor que uma vez a cada cinco minutos. Se a situação apresentar características similares ou melhores, então o L.P.R, será bem inferior que 23 kg.

O método apresentado não considera o fator elevação com apenas uma das mãos, fato que acontece com frequência em atividades de movimentação de cargas.

Nestes casos, a equipe técnica da Clínica Del Lavoro, em Milão, faz a seguinte recomendação, aplicar ao valor encontrado pela fórmula *NIOSH* o multiplicador 0,6, obtendo-se assim uma aproximação mais real, ao se realizar uma destas atividades com uma das mãos.

Segundo Couto (2002), “uma das maiores vantagens do método *Niosh*, é a visualização de cada item integrante do cálculo, permitindo assim a atuação da ergonomia de forma efetiva sobre aqueles itens. Para o mesmo autor menciona-se o seguinte exemplo: se a queda no valor recomendado estiver sendo devida ao fator horizontal, a aproximação da carga ao trabalhador irá possibilitar um aumento deste multiplicador, e conseqüentemente a melhoria das condições de trabalho”.

4.3 - PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DA EQUAÇÃO

A equação *NIOSH* foi concebida para avaliar o risco associado ao levantamento de cargas em determinadas condições, por isso torna-se importante mencionar suas limitações para que não se faça mau uso da mesma, pois a equação não leva em conta o risco potencial associado aos efeitos cumulativos dos levantamentos repetitivos. Também não considera eventos imprevistos como deslizamentos, quedas nem sobrecargas inesperadas. Não foi concebida para avaliar tarefas nas quais se levanta a carga com apenas uma mão, sentado ou agachado ou quando se trate de carregar pessoas, objetos frios, quentes ou sujos, nem nas tarefas nas quais o levantamento aconteça de forma rápida e brusca.

Torna-se impossível aplicar a equação quando a carga levantada seja instável, situação em que a localização do centro de massas varia significativamente durante o levantamento. Este é o caso dos recipientes que contêm líquidos ou dos sacos semi-vazios.

4.4 - RESPOSTAS MECÂNICAS DE LEVANTAMENTO DE CARGA

O levantamento de peso ainda é necessário em várias atividades, mesmo apesar do processo de automatização. A musculatura do dorso é a que mais sofre com o levantamento de pesos. A coluna vertebral apresenta certas características anatômicas que influenciam diretamente a mecânica dos movimentos corporais.

Quando do levantamento de cargas, os músculos dorsais muito curtos se contraem lentamente ao serem solicitados. A coluna vertebral funciona então, como um braço de alavanca tendo como ponto de apoio o disco intervertebral (L5-S1) que é relativamente frágil. (AMARAL, 1993).

Na medida do possível, a carga sobre a coluna vertebral deve ser feita no sentido vertical, evitando-se as cargas com a coluna flétida, Figura 7 (LIDA, 1998).

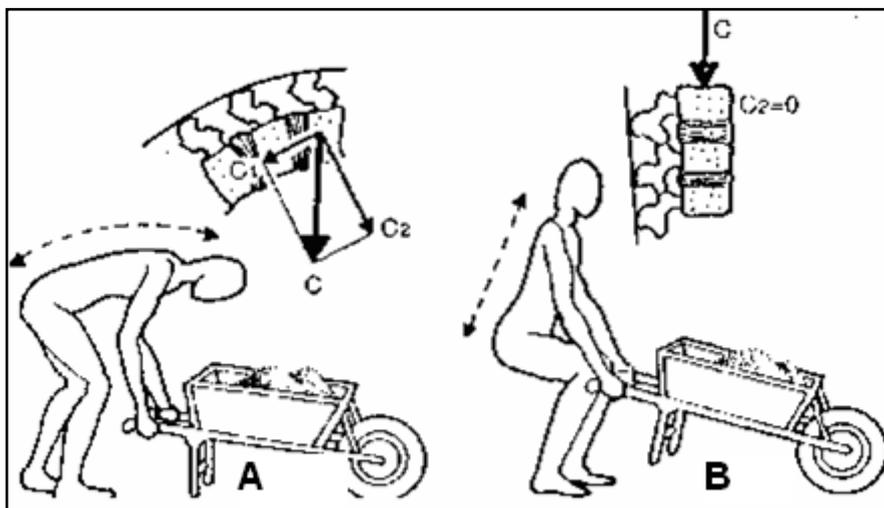


Figura 7: Exemplo de manuseio de carga com a coluna ereta e com a coluna flétida.

Fonte: modificado de: LIDA, (1998).

A) carregamento de cargas com o dorso curvo exemplo da resultante de força – movimento errado.

B) carregamento de cargas com o dorso ereto exemplo de resultante de força – movimento correto.

Biomecanicamente, em uma flexão lombar, a porção anterior do disco é comprimida, enquanto a posterior é liberada. Na extensão ocorre o oposto, a parte anterior é liberada.

O núcleo pulposo normal move diferentemente do núcleo degenerado e anormal. Essa é uma afirmação que não deve ser generalizada. Em particular, discos gravemente degenerados geralmente aumentam a tensão posterior durante a extensão. Entretanto, em cerca de 35% dos discos, a extensão levou a uma redução da tensão, presumindo-se que o arco neural proteja o anel posterior da pressão mecânica.

Dois graus de extensão aumentam os picos de tensão em 33% dos discos intactos e em 43% nos discos degenerados. As respostas mecânicas sobre os discos são variáveis. A extensão lombar diminuía os picos de tensão anular posterior em cerca de 40%.

Para AMARAL (1993), os principais aspectos a serem examinados para resolver os problemas relativos ao levantamento de peso são: o processo produtivo (manual ou mecânico); a organização do trabalho (projeto de trabalho, frequência dos levantamentos); o posto de trabalho (posição do peso em relação ao corpo); o tipo da carga (forma, peso, pegadas); acessórios de levantamento; e o método de trabalho (individual ou coletivo). Mesmo considerando estes aspectos, o limite máximo para o levantamento de peso não deve exceder a 23 kg, e ainda assim, torna-se necessário seguir algumas recomendações, de forma a criar condições favoráveis para o levantamento de peso. Os equipamentos de transporte acabam exigindo outros tipos de movimentos corporais, como levantar pesos, puxar e empurrar.

O movimento de puxar e empurrar, segundo LIDA (1998), provoca tensões nos braços, ombros e costas. De todas as lesões nas costas relacionadas com o manejo manual de materiais, 20% são devidas as atividades de empurrar e puxar.

De acordo com LIDA (1998), a capacidade para empurrar e puxar depende de diversos fatores como a postura, dimensões antropométricas, sexo, atrito entre o sapato e o chão e outros. Em geral, as forças máximas para empurrar e puxar, para homens, oscilam entre 200 a 300N e as mulheres apresentam 40 a 60% desta capacidade. Se for usado o peso do corpo e a força dos ombros para empurrar, consegue-se valores até 500N.

A postura correta para puxar ou empurrar é aquela que permite usar o peso do próprio corpo a favor do movimento. As cargas aplicadas na coluna vertebral são

produzidas pelo peso do corpo, pela força muscular, pela força de pré-carga e pela carga externa. As vértebras lombares lidam com a maior parte da carga, primariamente devido ao seu posicionamento e maior peso corporal agindo na região lombar. A carga axial sobre as vértebras lombares na posição em pé é de 700N. Ela pode aumentar rapidamente para 3000N quando se levanta uma carga diretamente do solo e pode ser reduzida pela metade 300N quando a pessoa encontra-se deitada em decúbito dorsal. A coluna lombar pode resistir a carga de até 9800N antes de fraturar.

Ao manejar uma carga pesada ou ao fazê-lo incorretamente, aparecem uns momentos mecânicos na zona da coluna vertebral – concretamente na união dos segmentos vertebrais L5/S1 – que causam um considerável estresse na região lombar.

Das forças de compressão, torção e cisalhamento que aparecem, considera-se a compressão do disco L5/S1 como a principal causa de risco de lombalgia. Através de modelos biomecânicos, e usando dados recolhidos em estudos sobre a resistência de tais vértebras, chegou-se a considerar uma força de 3,4KN como força-limite de compressão para o aparecimento do risco de lombalgia. Ainda que se disponha de poucos dados empíricos que demonstrem que a fadiga aumenta o risco de danos músculo - esqueléticos, é reconhecido que as tarefas com levantamentos repetitivos podem facilmente exceder as capacidades normais de energia do trabalhador, provocando uma diminuição prematura de sua resistência e um aumento da probabilidade de lesão.

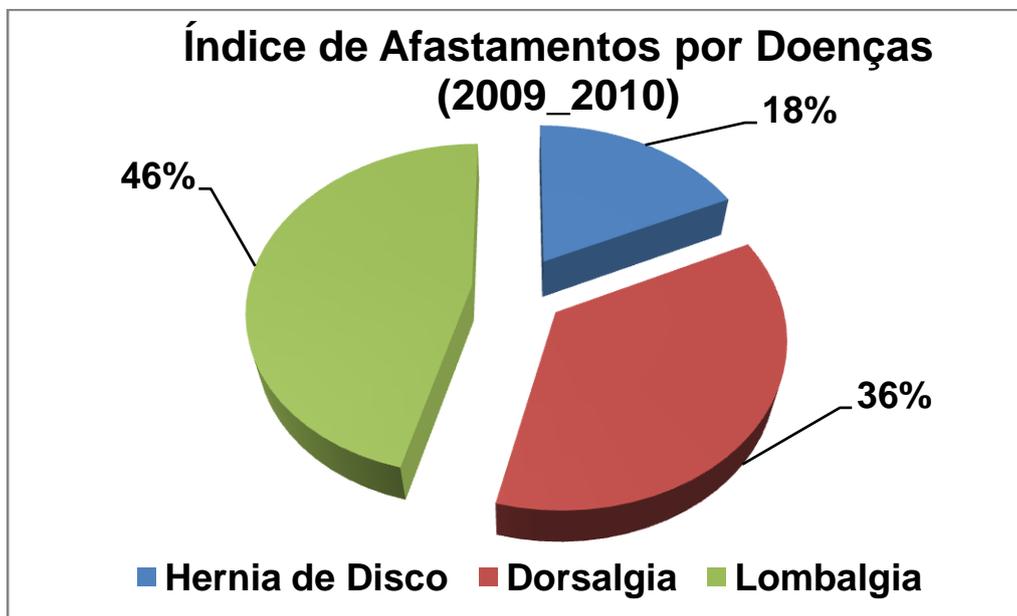
CAPÍTULO V – ANÁLISE ERGONÔMICA DO SETOR DE PRODUÇÃO

5.1 – PERFIL DA EMPRESA

Situada no Distrito Industrial de Manaus a Empresa estudada teve sua instalação em 2001, possui investimento de capital internacional aberto e é considerada uma empresa de grande porte.

Baseado no alto índice de afastamentos por doenças relacionadas ao levantamento de cargas pesadas conforme Gráfico 1.

Gráfico 1: Índice de afastamentos por doenças período 2009 – 2010.



Para este estudo foi escolhida a linha de montagem de manufatura de condicionadores de ar que possui 60 colaboradores. Para este levantamento foram escolhidos dois postos de trabalho: Posto de Montagem do Compressor (possui 1 colaborador) e o Posto de Empilhamento do Produto Final (possui 2 colaboradores).

5.2 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.2.1 – Instrumentos e Procedimentos:

1. Foram levantados os dados dimensionais dos postos de trabalho.

2. Foram aplicados *Check List* da região lombar com o objetivo de levantar os sintomas, tais como dores e desconfortos segundo a opinião dos próprios trabalhadores (CORLETT, 1992).
3. Aplicação do Método *Niosh* como base para utilização de todos os dados obtidos.

5.2.2 – Caracterização do problema

A área onde os dados foram levantados foi à linha de produção de condicionadores de ar que possui um total de 60 colaboradores, mas apenas três deles trabalham com levantamento de cargas pesadas, por isso nossa coleta de dados ficou restrita a essas três pessoas das quais uma trabalha no Posto de trabalho de Montagem do Compressor e as outras duas no Posto de Empilhamento do Produto Final.

5.2.2.1 – Posto de Trabalho de Montagem do Compressor – 01 Colaborador

Na Figura 8 podemos observar o Colaborador pegando compressor em uma das situações de montagem. Observa-se a flexão da coluna que irá levantar o peso. Também podemos observar a qualidade da pega que é de má qualidade.



Figura 8: Avaliação do posto de trabalho: montagem do compressor.

Na Figura 9 podemos observar o Colaborador colocando compressor na linha de montagem e fixando outro componente (Rubber). Observa-se a angulação lateral da coluna que estima-se entre o intervalo de $45^{\circ} \pm 15^{\circ}$. Também podemos observar o colaborador fixando o compressor no chassi.



Figura 9: Avaliação do posto de trabalho: montagem do compressor.

Consideramos a equação de “Limite do Peso Recomendado - LPR”:

$$\mathbf{LPR = Cc \times FDH \times FAV \times FDVP \times FRLT \times FFL \times FQPC}$$

Cc = Constante de carga 23 Kg.

FDH = Fator distância horizontal do indivíduo = $25/H$.

$$FAV = \text{Fator altura vertical da carga} = 1 - \left(0.0075 \left| \frac{Vc}{2.5 - 30} \right| \right).$$

FDVP = Fator distância vertical percorrida desde a origem até o destino = $0.82 + (4.5/DC)$.

FRLT = Fator de Rotação do tronco = $1 - (0.0032 \cdot A)$.

FFL = Fator de frequência de levantamento por min.

FQPC = Fator qualidade da pega.

H = Distância horizontal da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto – geralmente no centro da carga em cm.

Vc = Altura vertical da carga do chão ao ponto em que as mãos seguram o objeto.

Dc = Distância vertical percorrida, corresponde a diferença de altura da carga entre a origem e o destino (em cm).

A = Ângulo de rotação lateral do tronco – em graus.

Calculamos o limite de peso recomendado e do índice de levantamento conforme variáveis abaixo:

$$\text{Altura do destino (HD)} = 82\text{cm}$$

$$\text{Altura da origem (HO)} = 58\text{cm}$$

$$Vc = 58\text{cm}$$

$$Dc = \overbrace{HD - HO}^{\text{Diferença}} \Rightarrow Dc = 24\text{cm}$$

$$H1 = 22\text{cm}$$

$$H2 = 42\text{cm}$$

$$H3 = 62\text{cm}$$

$$H4 = 82\text{cm}$$

$$A = 45^\circ \pm 15^\circ$$

Considerando que são montados 1440 aparelhos por dia em 8 horas de trabalho, assim, são montados 180 aparelhos por hora, conseqüentemente são levantados 180 compressores por hora, ou seja, 3 compressores por minuto que corresponde a um ciclo de 20 s. Portanto o Fator Freqüência de Levantamento (FFL) é de 0,55 (Tabela 2.1: Fator freqüência de levantamento).

Na Figura 10 observamos as alturas do destino e origem onde os compressores são armazenados e posicionados na esteira.

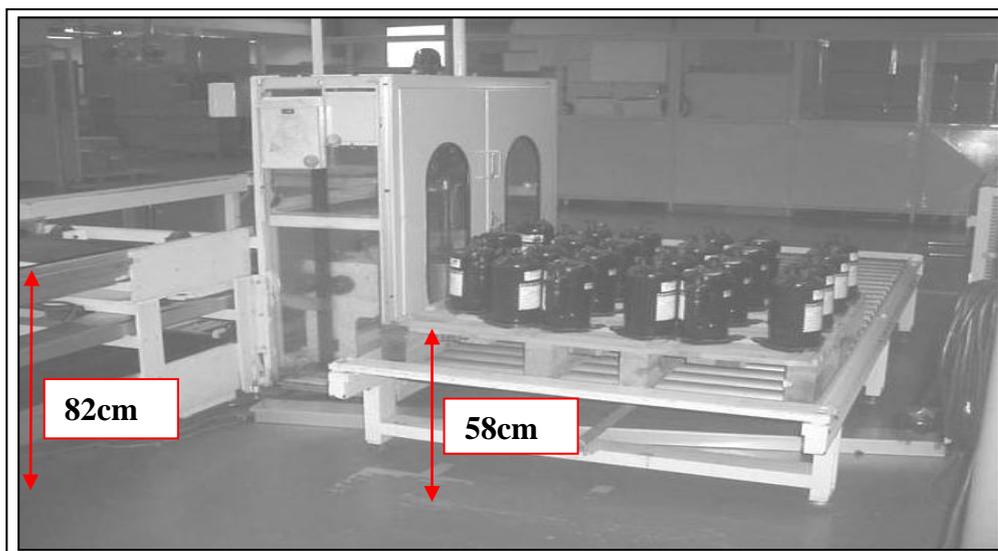


Figura 10: Altura do destino e origem.

Situação 1

$$FAV = 1 - \left(0.0075 \left| \frac{V_c}{2.5 - 30} \right| \right)$$

$$FAV = 1 - \left(0.0075 \left| \frac{58}{2.5 - 30} \right| \right) \Leftrightarrow FAV = 0.98$$

$$FDH = \left(\frac{25}{22} \right) \Leftrightarrow FDH = 1.13 \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{D_c} \right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{24} \right)$$

$$FDVP = 0.82 + 0.187 \Rightarrow FDVP = 1$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = (-0.0032 \times A) \Leftrightarrow FRLT = (-0.0032 \times 45)$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 1 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 9.59 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10,5}{9,59} = 1,09$$

$$IL_2 = \frac{12,00}{9,59} = 1,25$$

$$IL_3 = \frac{13,60}{9,59} = 1,42$$

$$IL_4 = \frac{14,50}{9,59} = 1,51$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1,09 + 1,25 + 1,42 + 1,51)}{4} = 1,32$$

Situação 2

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{42} \right) \Leftrightarrow FDH = 0.59$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.59 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 5.66 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10,5}{5,66} = 1,86$$

$$IL_2 = \frac{12,00}{5,66} = 2,12$$

$$IL_3 = \frac{13,60}{5,66} = 2,40$$

$$IL_4 = \frac{14,50}{5,66} = 2,56$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1,86 + 2,12 + 2,40 + 2,56)}{4} = 2,24$$

Situação 3

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{62} \right) \Leftrightarrow FDH = 0.40$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.40 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 3.83 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10,50}{3,83} = 2,74$$

$$IL_2 = \frac{12,00}{3,83} = 3,13$$

$$IL_3 = \frac{13,60}{3,83} = 3,55$$

$$IL_4 = \frac{14,50}{3,83} = 3,79$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(2,74 + 3,13 + 3,55 + 3,79)}{4} = 3,30$$

Situação 4

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{82}\right) \Leftrightarrow FDH = 0.30$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.30 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 2.87 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10.50}{2.87} = 3.66$$

$$IL_2 = \frac{12.00}{2.87} = 4.18$$

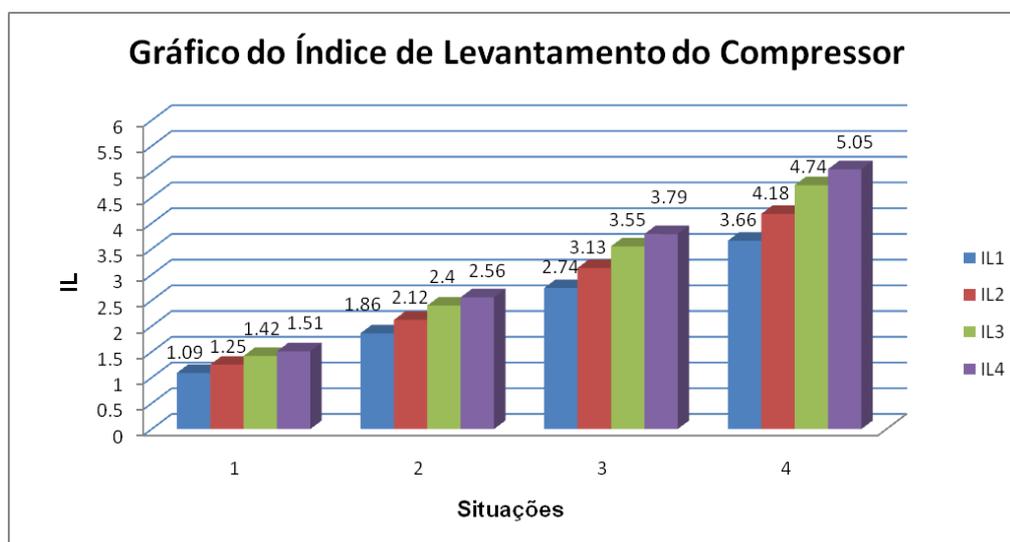
$$IL_3 = \frac{13.60}{2.87} = 4.74$$

$$IL_4 = \frac{14.50}{2.87} = 5.05$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{3.66 + 4.18 + 4.74 + 5.05}{4} = 4.41$$

Calculando médio Total:

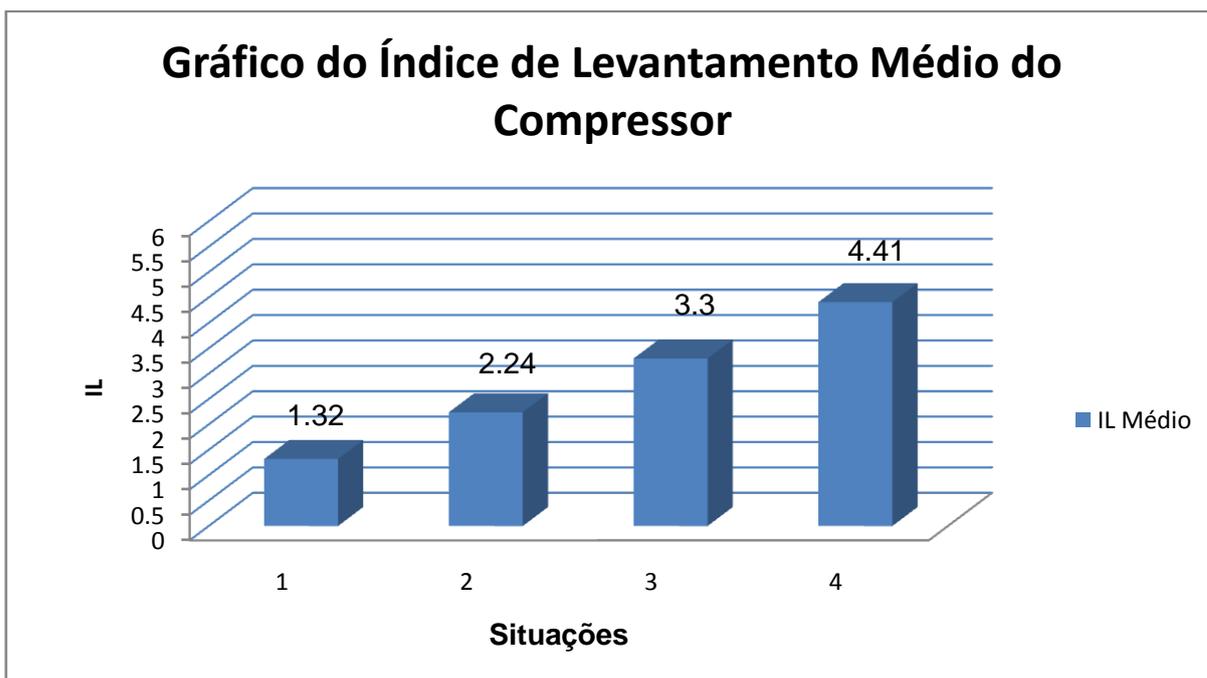
$$IL_{\text{totalmédio}} = \frac{1.32 + 2.24 + 3.30 + 4.41}{4} = 2.82$$

Gráfico 2: Índice de levantamento do compressor.

O Gráfico 2 representa todos os índices de levantamento obtidos. Verificamos que somente em algumas situações (como $IL = 1.09$ e $IL = 1.25$ que estão localizados na Situação 1) o índice de levantamento se aproxima mais do objetivo aceitável que indica que $IL < 1$. Na primeira situação a coluna do colaborador corre risco intermediária onde IL tem que estar entre 1 e 2 para todos os tipos de

compressores levantados. Na situação 2 onde a distância entre o colaborador e o compressor é maior apenas um tipo de compressor pode ser levantado possibilitando ao colaborador estar no nível intermediário de riscos, para os demais compressores a situação do colaborador é de alto risco pois $IL > 2$. Nas situações 3 e 4 observa-se um alto risco para o colaborador pois todos os IL são maiores que 2. Segundo *Niosh (National Institute for Ocupacional Safety and Health)*. “Pode-se dizer que se o valor do IL for menor que 1, a chance de lesão das estruturas da coluna será mínima e o trabalhador estará em situação segura; se a relação for de 1 a 2, aumenta-se o risco; se a situação de trabalho for tal que o IL seja maior que 2, fica bastante aumentado o risco de lesões da coluna e do sistema musculoligamentar, tão mais aumentada é a chance, quanto maior for o valor de IL”. Portanto $IL < 1$ é o limite máximo para um trabalho com riscos mínimos para a coluna.

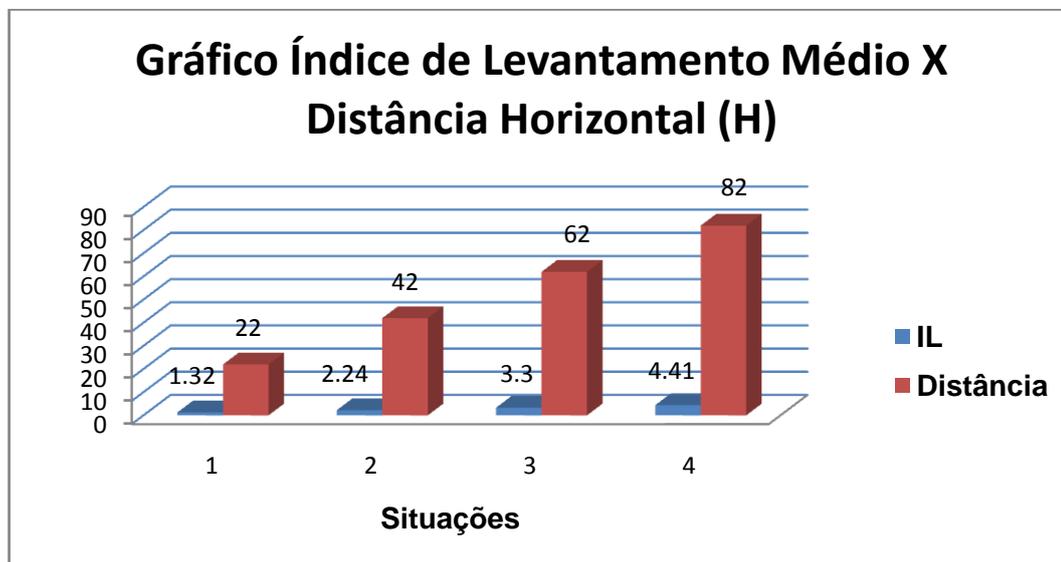
Gráfico 3: Índice de levantamento médio do compressor.



No Gráfico 3 estamos analisando o índice de levantamento considerando uma média dos Índices de levantamentos de todos os tipos de compressores, podemos observar que apenas na primeira situação o colaborador encontra-se no nível intermediário de risco onde IL esta entre 1 e 2. Nas demais situações (2,3 e 4) o colaborador corre um grande risco de adquirir lesões na coluna. Podemos concluir

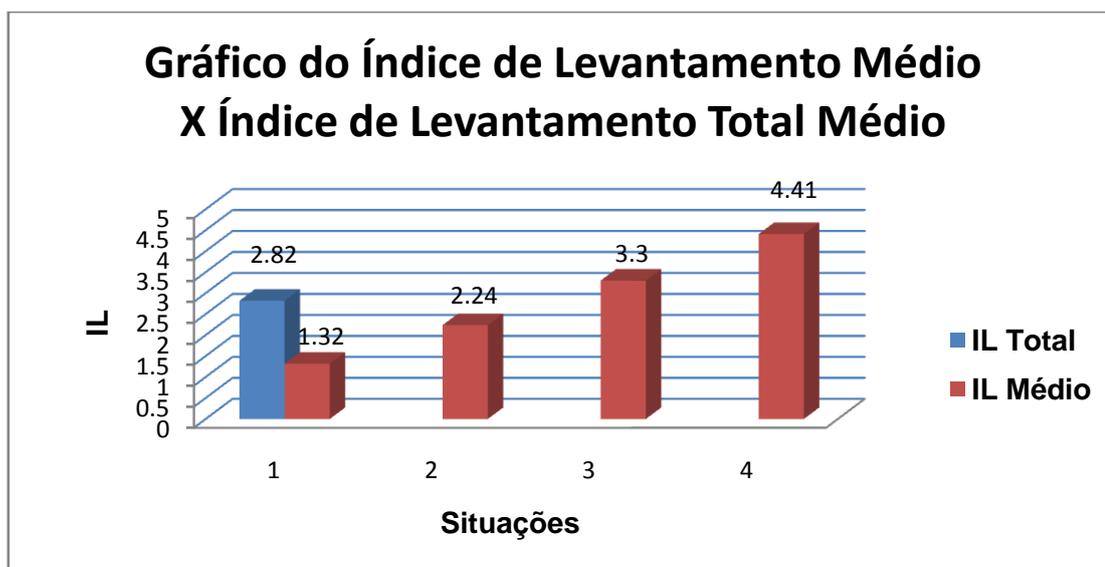
que neste processo em nenhum momento o colaborador está fora do risco de adquirir problemas na região lombar.

Gráfico 4: Índice de levantamento Médio x distancia Horizontal (H).



No Gráfico 4 podemos observar que neste caso o índice de levantamento de compressores o IL é diretamente proporcional a distância horizontal, ou seja, quando mais o produto a ser levantada esta distante do colaborador maior dificuldade ele terá para levantar o objeto.

Gráfico 5: IL Médio x IL Total.



No Gráfico 5 podemos observar que o Índice de Levantamento Total Médio do processo de levantamento do compressor é $IL = 2.82$, isto implica dizer que

atualmente este processo é inviável ergonomicamente, pois segundo *Niosh*, $IL > 2$ significa dizer que o colaborador corre sérios riscos de adquirir problemas na coluna.

5.2.2.2 – Posto de Trabalho de Armazenamento do Produto Final – 02 colaboradores

Na Figura 11 podemos observar a flexão da coluna quando o Colaborador esta pegando o aparelho e Observa-se também a flexão da coluna, quando o colaborador esta levantando o aparelho de 34kg.



Figura 11: Avaliação no Posto de Trabalho: Empilhamento.

Para poder calcular o Limite de Peso Recomendado e o Índice de Levantamento neste posto, inicialmente calculamos as alturas das fileiras onde são armazenados os aparelhos.

Distancia do produto ao colaborador = 25 cm

Altura da Origem = 45 cm

Altura das Fileiras dos Aparelhos conforme Figura 12:

1º Fileira = 15cm $\Leftrightarrow Dc = 15 - 45 \Leftrightarrow Dc = -30$

2º Fileira = 57cm $\Leftrightarrow Dc = 57 - 45 \Leftrightarrow Dc = 12$

3º Fileira = 104cm $\Leftrightarrow Dc = 104 - 45 \Leftrightarrow Dc = 59$

4º Fileira = 150cm $\Leftrightarrow Dc = 150 - 45 \Leftrightarrow Dc = 105$

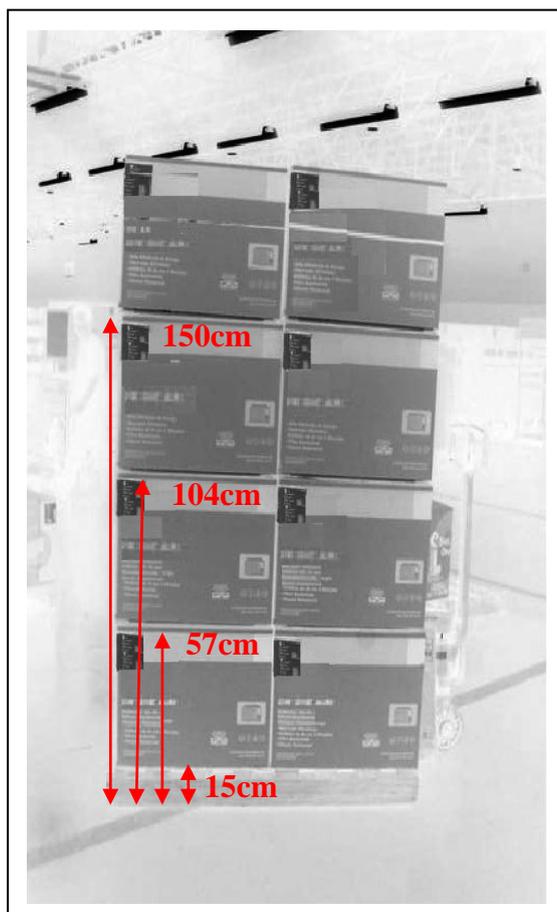


Figura 12: Disposição do Empilhamento.

Na Figura 13 observamos a altura de levantamento do aparelho e a distancia que o mesmo se encontra em relação ao colaborador.



Figura 13: Altura de levantamento dos aparelhos.

Considerando que são montados 1440 aparelhos por dia em 8 horas de trabalho, assim, são montados 180 aparelhos por hora, ou seja, 3 caixas de produto por minuto que corresponde a um ciclo de 20 s. Portanto o Fator Frequência de Levantamento (FFL) é de 0,55 conforme Tabela 1.

Situação 1

$$FAV = 1 - \left(0,0075 \left| \frac{V_c}{2,5 - 30} \right| \right)$$

$$FAV = 1 - \left(0,0075 \left| \frac{45}{2,5 - 30} \right| \right) \Leftrightarrow FAV = 0,98$$

$$FDH = \left(\frac{25}{25} \right) \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FDVP = \left(0,82 + \frac{4,5}{D_c} \right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0,82 + \frac{4,5}{5 - 45} \right)$$

$$FDVP = \left(0,82 - 0,15 \right) \Leftrightarrow FDVP = 0,67$$

$$FFL = 0,55$$

$$FRLT = \left(-0,0032 \times A \right) \Leftrightarrow FRLT = \left(-0,0032 \times 0 \right) \Leftrightarrow FRLT = 1$$

$$FQPC = 0,95$$

$$LPR = 23 \times 0,98 \times 1 \times 0,67 \times 0,55 \times 1 \times 0,95 \Leftrightarrow LPR = 7,90 \text{ Kg}$$

$$LPR_{2 \text{ pessoas}} = 7,90 \times 2 \Leftrightarrow LPR = 15,80 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{30}{15,80} = 1,90$$

$$IL_2 = \frac{34}{15,80} = 2,15$$

$$IL_3 = \frac{55}{15,80} = 3,48$$

$$IL_4 = \frac{59}{15,80} = 3,73$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1,90 + 2,15 + 3,48 + 3,73)}{4} = 2,82$$

Situação 2

$$FAV = 0,98$$

$$FDVP = \left(0,82 + \frac{4,5}{D_c} \right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0,82 + \frac{4,5}{12} \right)$$

$$FDVP = \left(0,82 + 0,38 \right) \Leftrightarrow FDVP = 1,20 \Leftrightarrow FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{25} \right) \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FFL = 0,55$$

$$FRLT = 1$$

$$FQPC = 0,95$$

$$LPR = 23 \times 0,98 \times 1 \times 1 \times 0,55 \times 1 \times 0,95 \Leftrightarrow LPR = 11,77 \text{ Kg}$$

$$LPR_{2 \text{ pessoas}} = 11,77 \times 2 \Leftrightarrow LPR = 23,54 \text{ Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{30}{23,54} = 1,27$$

$$IL_2 = \frac{34}{23,54} = 1,44$$

$$IL_3 = \frac{55}{23,54} = 2,34$$

$$IL_4 = \frac{59}{23,54} = 2,51$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1,27 + 1,44 + 2,34 + 2,51)}{4} = 1,89$$

Situação 3

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{Dc}\right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{59}\right)$$

$$FDVP = 0.82 + 0.08 \Leftrightarrow FDVP = 0.90$$

$$FDH = \left(\frac{25}{25}\right) \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 1$$

$$FQPC = 0.95$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.90 \times 0.55 \times 1 \times 0.95 \Leftrightarrow LPR = 10.60Kg$$

$$LPR_{2\text{ pessoas}} = 10.60 \times 2 \Leftrightarrow LPR = 21.20Kg$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{30}{21,20} = 1,42$$

$$IL_2 = \frac{34}{21,20} = 1,60$$

$$IL_3 = \frac{55}{21,20} = 2,60$$

$$IL_4 = \frac{59}{21,20} = 2,78$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{1,42 + 1,60 + 2,60 + 2,78}{4} = 2,10$$

Situação 4

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{Dc}\right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{105}\right)$$

$$FDVP = 0.82 + 0.043 \Leftrightarrow FDVP = 0.86$$

$$FDH = \left(\frac{25}{25}\right) \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 1$$

$$FQPC = 0.95$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.86 \times 0.55 \times 1 \times 0.95 \Leftrightarrow LPR = 10.12Kg$$

$$LPR_{2\text{ pessoas}} = 10.12 \times 2 \Leftrightarrow LPR = 20.24Kg$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{30}{20,24} = 1,48$$

$$IL_2 = \frac{34}{20,24} = 1,68$$

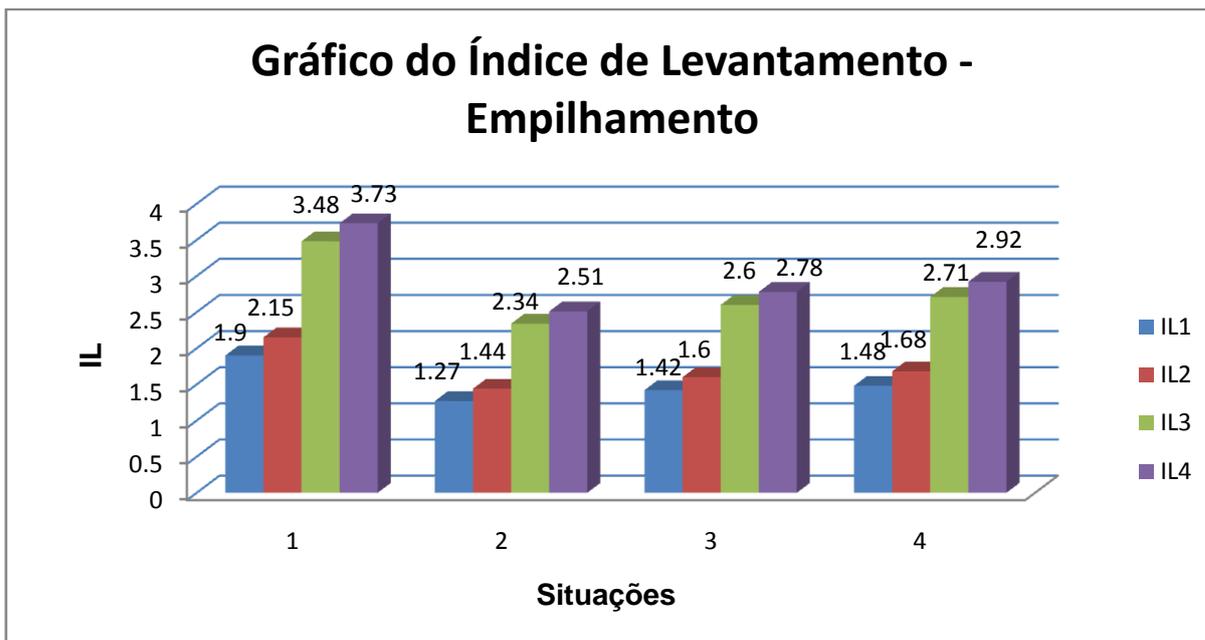
$$IL_3 = \frac{55}{20,24} = 2,71$$

$$IL_4 = \frac{59}{20,24} = 2,92$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{1,48 + 1,68 + 2,71 + 2,92}{4} = 2,20$$

Calculando médio Total:

$$IL_{\text{totalmédio}} = \frac{0,82 + 1,89 + 2,10 + 2,20}{4} = 2,25$$

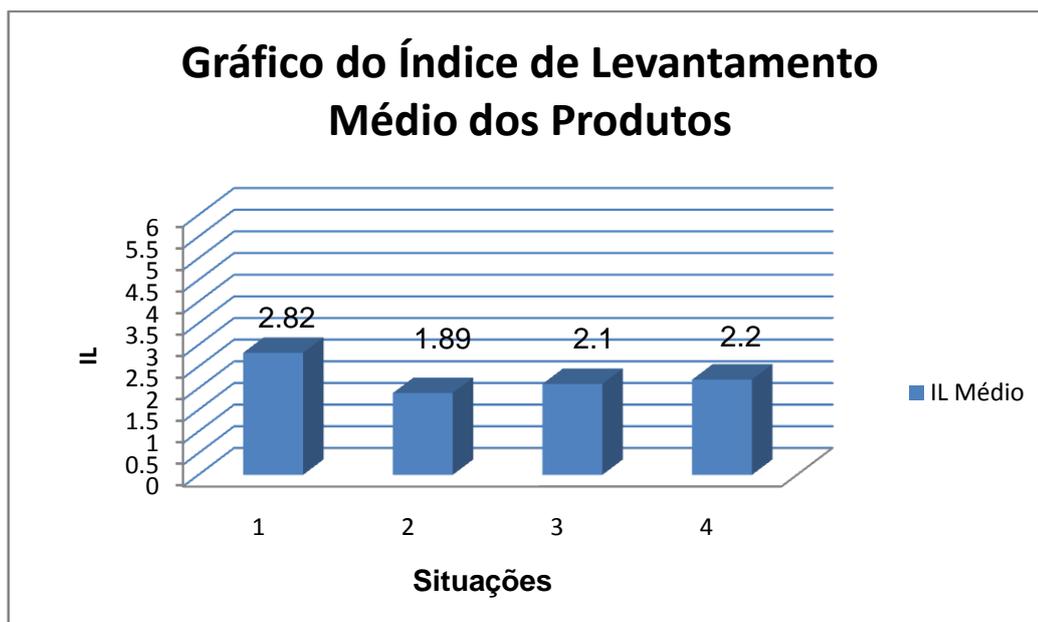
Gráfico 6: Índice de levantamento – Empilhamento.

O Gráfico 6 representa todos os índices de levantamento obtidos. Verificamos que na situação 1 somente quando o colaborador carrega o produto mais leve que possui 30 Kg seu IL= 1.90, conseqüentemente o colaborador está no nível intermediário onde IL esta entre 1 e 2, para os demais produtos empilhados neste posto $IL > 2$. Portanto o colaborador corre alto risco de adquirir problemas na região lombar.

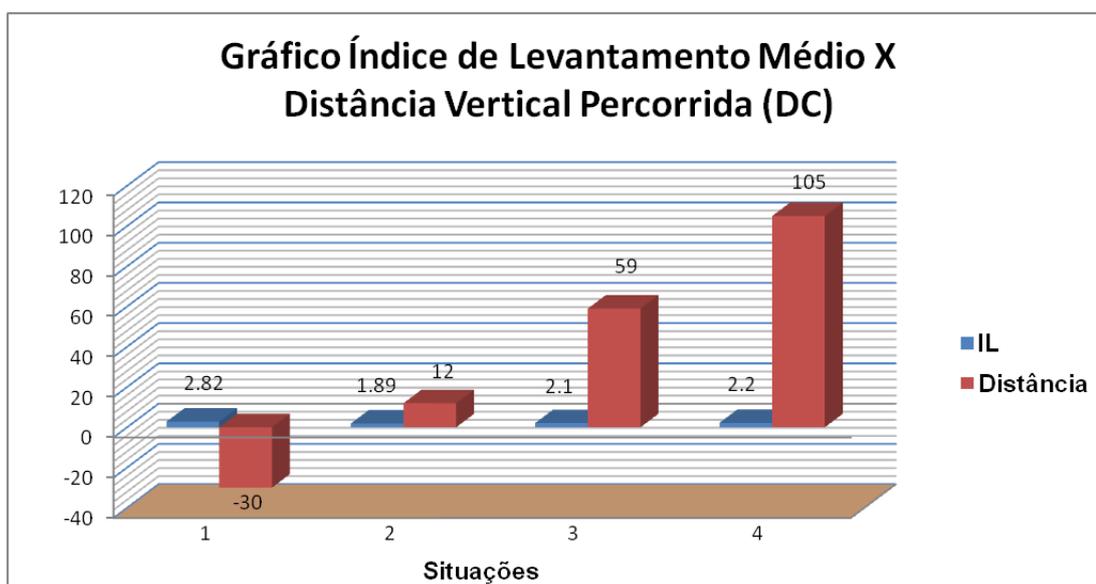
Na situação 2, como a diferença entre a altura de origem e de destino é pequena o colaborador consegue levantar os produtos de 30Kg e 34Kg com o índices IL entre 1 e 2, nível intermediário de risco.

Na situação 3 apesar de a diferença entre a altura de origem e de destino ser grande o colaborador não fica muito tempo curvado diminuindo assim a sobrecarga excessiva sobre coluna , colocando o produto na altura do tórax, desta forma o colaborador também consegue levantar os produtos de 30Kg e 34Kg com nível intermediário de risco.

Na situação 4 apesar de a diferença entre a altura de origem e de destino ser grande o colaborador também não fica muito tempo curvado diminuindo assim a sobrecarga excessiva sobre coluna , apesar que o colaborador posiciona o produto acima da altura dos ombros.

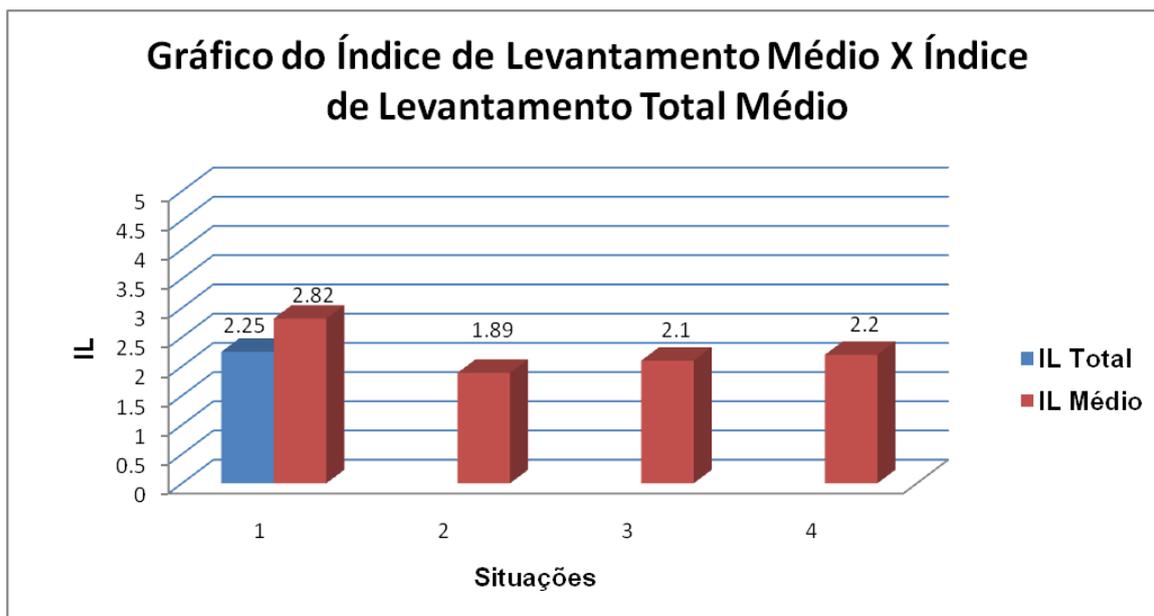
Gráfico 7: Índice de levantamento médio dos produtos.

No Gráfico 7 estamos analisando o índice de levantamento considerando uma média dos Índices de levantamentos de todos os tipos de produtos, podemos observar que na primeira situação o colaborador corre alto risco de adquirir problemas na região lombar, pois a distancia de origem em relação ao destino é negativo, ou seja, o colaborador levanta a caixa numa altura e deposita ela numa altura mais baixo que do origem forçando uma curvatura maior na coluna. Também podemos observar que somente na situação 2 teríamos um risco intermediário, isto porque a diferença de distancia entre origem e destino é bem pequena.

Gráfico 8: IL Médio x Distancia Vertical Percorrida (Dc).

No Gráfico 8 podemos observar que a pior situação é a primeira, pois o operador tem que se abaixar 30cm abaixo da altura de origem, com isso precisa curvar bastante a coluna e direciona todo o peso do produto na mesma. Nas demais situações o IL é diretamente proporcional a altura de destino, portanto, quanto maior a altura maior o Índice de Levantamento (IL).

Gráfico 9: IL Médio x IL Total do Processo de empilhamento.

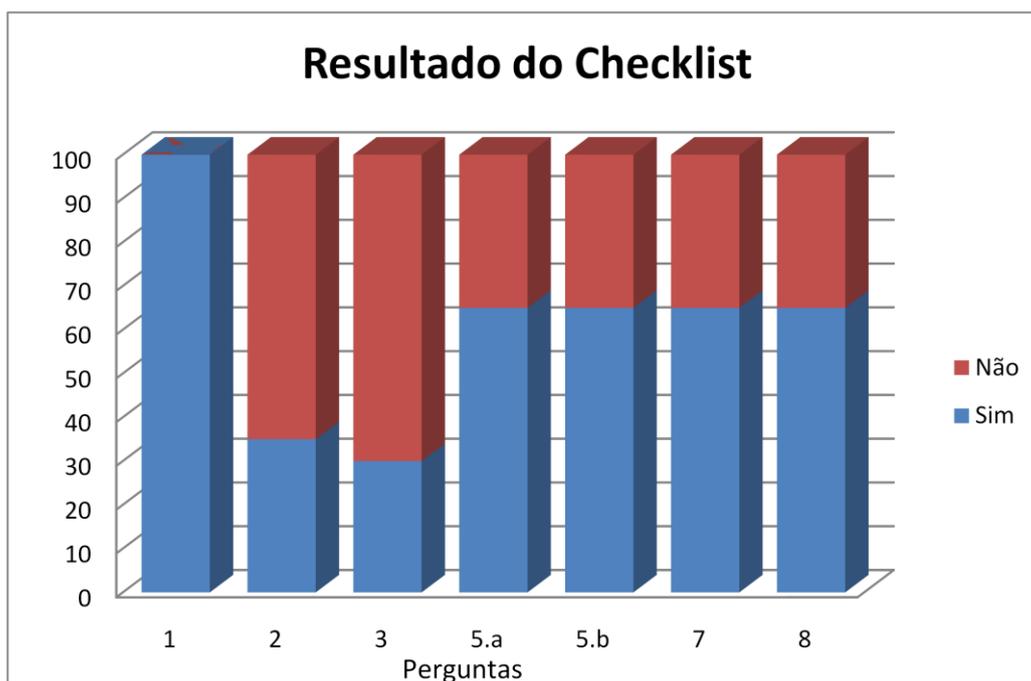


No Gráfico 9 podemos observar que o Índice de Levantamento Total Médio do processo de empilhamento é $IL = 2.25$, isto implica dizer que atualmente este processo é inviável ergonomicamente, pois segundo *Niosh*, $IL > 2$ proporciona ao colaborador sérios riscos de adquirir problemas na região lombar.

5.2.3 – Análise dos Dados Obtidos no *Check List*

O Gráfico 10 foi gerado a partir das perguntas do *Check List* exceto as perguntas 4 e 6, analisando o gráfico observa-se na pergunta 1 que 100% dos entrevistados sentem dor na região lombar. Na pergunta 2 temos 35% que sofreram algum acidente na região lombar. Na pergunta 3, 70% dos entrevistados nunca mudaram de função por problemas na região lombar. Na pergunta 5.a, 65% dos entrevistados reduziram suas atividades no trabalho.

Gráfico 10: Resultados do Checklist, dados discretos.



Na pergunta 5.b, também 65% dos entrevistados reduziram suas atividades no horário de lazer. Na pergunta 7, 65% dos entrevistados foram ao médico por algum problema na região lombar e na questão 8, 65% dos entrevistados sentiram algum problema na região lombar nos últimos 7 dias. Portanto a maioria dos entrevistados possui ou possuíram problemas sérios na região lombar.

Podemos analisar as perguntas 4 e 6 nos Gráficos 11 e 12.

Gráfico 11: Resultado do Check List – Pergunta 4.

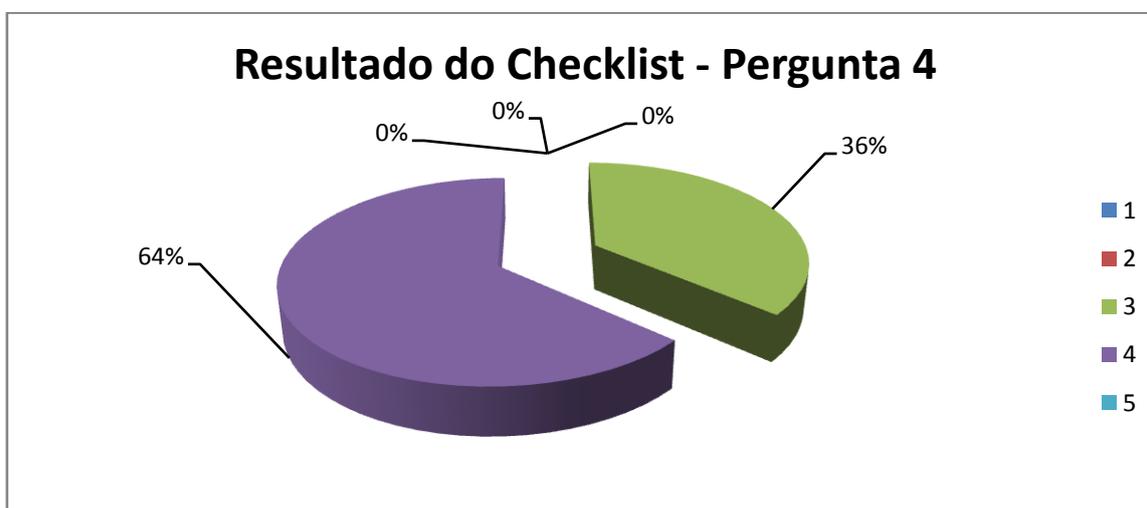


Gráfico 12: Resultado do Check List – Pergunta 6.

Nas duas perguntas pode-se observar que 64% dos entrevistados tiveram problemas na região lombar e ficaram afastados de suas atividades por mais de 30 dias.

VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 – CONCLUSÃO

Estudar as causas que fazem com que tantos colaboradores sejam obrigados a abandonar seus postos de trabalho devido a problemas de saúde causados por esforço mal realizado leva-nos a repensar a importância de adequar o ambiente de trabalho as necessidades tanto da empresa como a do próprio colaborador.

Numa época onde a tecnologia predomina de forma gritante, ainda se percebem muitas funções dentro da indústria e o comércio atrelado a um enorme esforço físico por parte do colaborador, desde o momento que este se vê envolvido em levantamento de peso de forma inadequada e repetitiva em períodos de tempo curtos e contínuos.

Desta forma, percebe-se que a melhora das condições de trabalho se fazem necessárias nesta área como em outras, onde o esforço e esgotamento humano são uma constante, sem com isto, fomentar a redução de mão de obra em detrimento do aumento da aquisição de máquinas.

Os casos estudados no presente documento referiram-se a levantamento de cargas pesadas realizadas uma no Posto de trabalho de Montagem do Compressor e o outro no Posto de Empilhamento do Produto Final. Os Instrumentos e Procedimentos olharam os dados dimensionais dos postos de trabalho, o *Check List* da região lombar com o objetivo de levantar os sintomas, tais como dores e desconfortos segundo a opinião dos próprios trabalhadores (CORLETT, 1992), a aplicação do Método *Niosh* como base para utilização de todos os dados obtidos.

No primeiro caso observou-se a flexão da coluna que o colaborador realiza quando levanta o peso ou translada este de lugar, sendo a qualidade da pega inadequada, o que trará como consequência problemas sérios na coluna devido ao peso e esforço realizado.

No segundo caso foram trabalhados todos os índices de levantamento obtidos, verificando que somente numa situação o colaborador carrega o produto mais leve que possui 30 Kg seu IL= 1.90, conseqüentemente o colaborador está no nível intermediário onde IL esta entre 1 e 2, para os demais produtos empilhados neste

posto IL> 2. Portanto o colaborador corre alto risco de adquirir problemas na região lombar ao trabalhar com peso acima da capacidade de levantamento.

Desta forma, os resultados do estudo de caso em dois setores diferentes da empresa mostram que há sérios problemas quanto à movimentação e transporte de cargas, no setor da indústria. Destaca a falta de preparo e conhecimento das formas adequadas de lidar nestas situações tanto por parte da empresa como do próprio colaborador, fomentando muitas vezes, sem perceber, condições precárias de trabalho, somadas a sérios problemas organizacionais e sociais, que podem ser resolvidos com adequações simples e orientação adequada.

6.2 – Projetos futuros

Assim, um dos propósitos deste trabalho é voltar a esta empresa e fazer as melhorias apresentadas, levando este estudo para outras áreas da empresa a fim de estabelecer melhorias na vida do trabalhador e da instituição em si, assessorar outras empresas sobre esta realidade e ressaltar os benefícios que poderao trazer para a totalidade do sistema.

6.3 – SUGESTÃO DE MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO.

Implantação de uma mesa pantográfica giratória como é apresentado na Figura 14, que é um equipamento destinado à ergonomia ou transferências de carga. Ocupa lugar de grande importância na ergonomia dando condições de trabalho para os operadores com a elevação das cargas até as posições de trabalho, eliminando esforços repetitivos e preservando a saúde do ser humano.



Figura 14: Mesa pantográfica.
Fonte: EMPICAMP, (2010).

Com a implantação deste equipamento no processo produtivo de montagem do compressor pode-se afirmar que pelo menos as situações 3 e 4 serão eliminadas em relação a distancia horizontal (H) e em relação a diferença entre altura de origem e destino terá uma redução de 100% pois esta mesa pantográfica possui dispositivo hidráulico que possibilita ajustar a altura.

Com uso deste equipamento podemos observar que o Índice de Levantamento Total Médio que atualmente é igual a 2.82 passará para 1.66, uma redução de 59% para os riscos de problemas na região lombar nos operadores.

No processo de empilhamento pode ser implantado outro tipo de mesa pantográfica com o mesmo dispositivo hidráulico, mas a mesma não gira pois não há necessidade. Com a implantação desta mesa teremos uma redução de 100% nos índices, pois o operador não terá mais que levantar o produto e sim empurrar como segue nas Figuras 15 e 16.

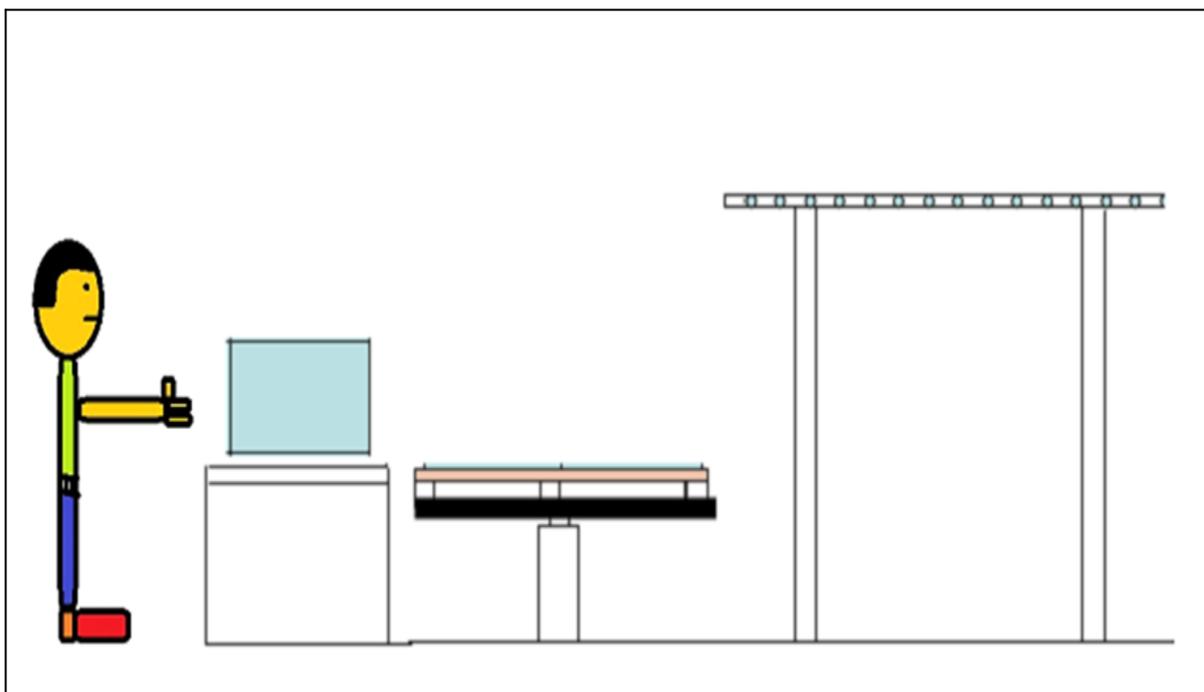


Figura 15: Mesa pantográfica – Carregar a mesa.

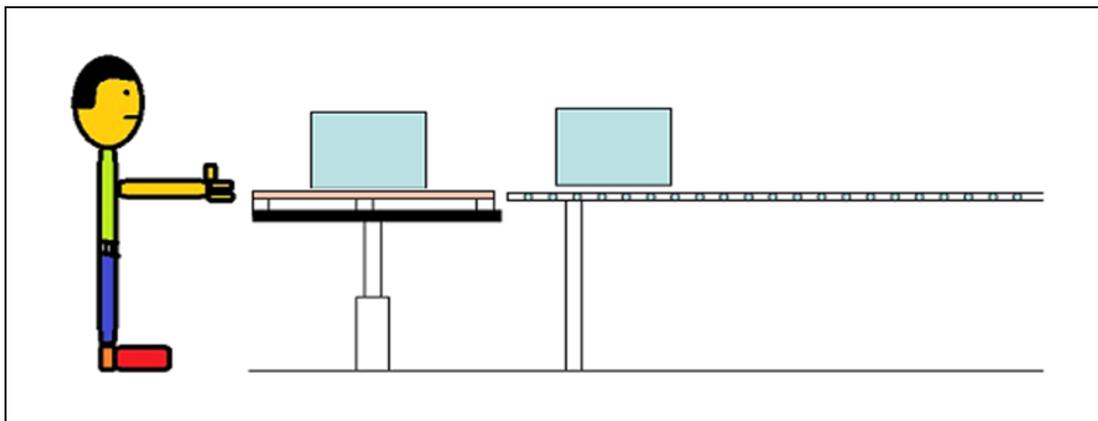


Figura 16: Mesa pantográfica – Armazenamento.

6.4 – RECOMENDAÇÕES GERAIS NO MANEJO MANUAL DE CARGAS

1. Evitar manejo de cargas acima dos limites máximos recomendados, determinados em função de:
 - sexo, faixa etária e postura do trabalhador;
 - forma, dimensões e posição relativa de carga;
 - frequência de operações e características gerais do ambiente de trabalho.
2. Utilizar técnicas adequadas e função do tipo de carga a ser manejada.
3. Evitar dorso curvo para a frente e para trás. A coluna vertebral deve servir de elemento de suporte e nunca como elemento de articulação.
4. Evitar utilização dos músculos das costas nas operações de levantamento, fazendo uso dos músculos e movimentos de impulsão das pernas.
5. Evitar esforços multiplicadores dos esforços atuantes, advindos de movimentos bruscos, perda de equilíbrio, deslizamento e passos em falso.
6. Evitar, quando manejar cargas, dar risadas, espirro ou tossir.
7. Evitar movimentos de torção em torno do eixo vertical do corpo.
8. Estar adequadamente vestido para evitar contração dos músculos sob a ação do frio, umidade e correntes de ar.

9. Executar exercícios físicos adequados, dosados e ministrados corretamente para facilitar o sistema muscular motor e do dorso.
10. Afixar cartazes indicando instruções adequadas para manejo manual de cargas.
11. Manter a carga na posição mais próxima possível do eixo vertical do corpo.
12. Procurar distribuir simetricamente a carga.
13. Transportar a carga em posição ereta.
14. Utilizar, quando possível, elementos auxiliares para diminuir os esforços atuantes e facilitar o manejo da carga.
15. Utilizar suportes ou plataformas em nível acima da planta dos pés para operações de levantamento e descarregamento, visando menores solicitações sobre o corpo.
16. Observar, quando do transporte conjunto de carga, movimentos harmônicos pelos participantes.
17. Movimentar cargas por rolamento, sempre que possível.
18. Evitar arranjo físico inadequado, bem como falta de ordem do local de trabalho, como, por exemplo: empilhamento incorreto de materiais, vias de circulação obstruídas, falta de recipientes de lixo e lugares para armazenamento, pranchas e escadas em más condições, alturas de armazenamento inadequadas, etc.
19. Evitar posição incorreta dos pés.
20. Posicionar os braços junto ao corpo.
21. Posicionar queixo para dentro nas operações de levantamento de cargas.
22. Utilizar sempre o peso do corpo, de forma a favorecer o manejo da carga.
23. Selecionar adequadamente o pessoal que executar operações no manejo manual de cargas. Utilizar para esse correto selecionamento a ficha Profissiográfica, que descreve detalhadamente a atividade a ser executada.

6.5 – MÉTODOS CORRETOS PARA O LEVANTAMENTO E MANUSEIO DE CARGAS

Um levantamento de peso mal executado pode causar sérios danos à coluna vertebral e outras partes de corpo humano, por isso é preciso respeitar as regras básicas no levantamento de peso apresentadas na Figura 17.

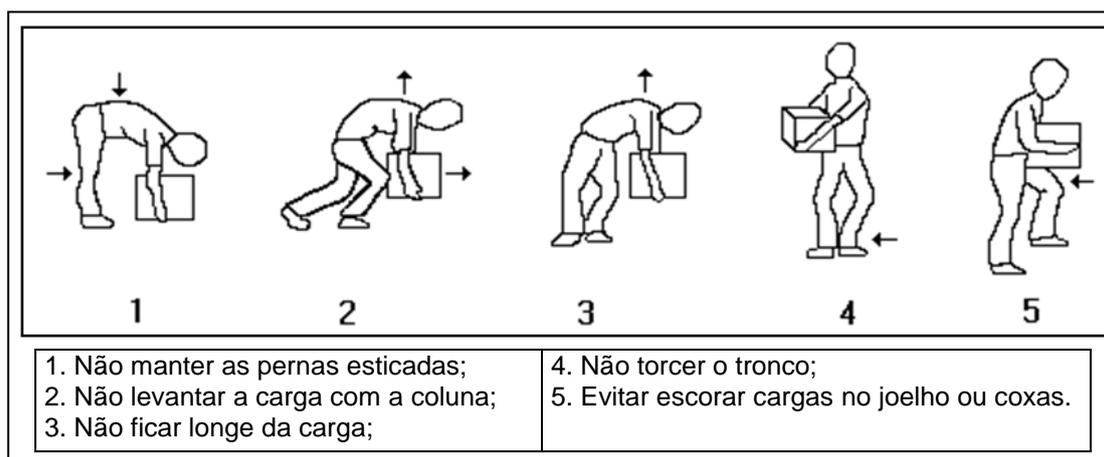


Figura 17: Regras básicas no levantamento de peso.
Fonte: Couto, (2002).

É muito importante a avaliação da carga, considerando-se a capacidade real de cada trabalhador, e tendo consciência de que este poderá movimentar a carga sem riscos.

Superfície de pega adequada: a manipulação de cargas exige uma boa pega para as mãos. Como podemos observar na Figura 18 a palma da mão e a base dos dedos devem ser utilizadas, de forma que a área de pega seja a maior possível, e desta forma diminua a fadiga e os riscos de acidentes. A utilização de calços sob a carga facilita a pega e proporciona maior segurança ao retirar ou colocar a carga sobre uma superfície plana. Containers e outras embalagens providas de pegas também são recomendáveis, desde que possuam espaço suficiente para a completa acomodação das mãos;

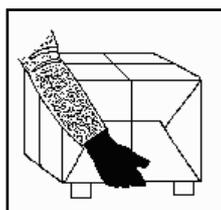


Figura 18: Superfície de pega adequada.
Fonte: Couto, (1995).

Posição das pernas: as pernas devem ficar colocadas anteriores à iniciação do esforço conforme demonstrado na Figura 19 e devem acompanhar o sentido de movimento. A utilização correta da força das pernas contribui para diminuir os esforços sobre a coluna vertebral.

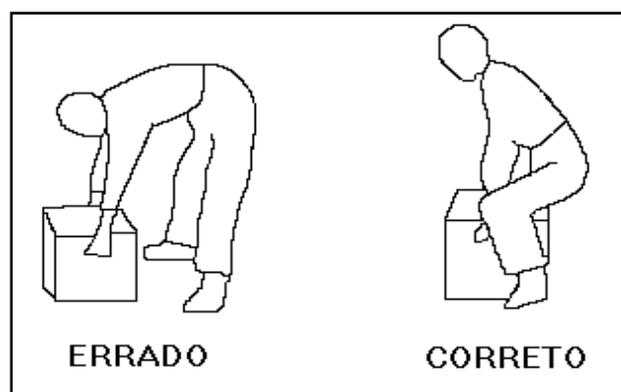


Figura 19: Posição das pernas.
Fonte: Couto, (2002).

Coluna: ao levantar uma carga, as forças são transmitidas para a coluna vertebral e os discos são submetidos a diferentes pressões. Se o tronco for flexionado, a pressão sobre o disco é irregular, o que pode causar lesões na coluna. Nesta posição incorreta, muita força deve ser feita pela musculatura dorsal para o levantamento de peso e para sustentar o próprio peso do corpo contra a gravidade. Na posição correta, para o levantamento de cargas, a coluna deve estar reta. Esta posição permite uma pressão uniforme em toda a superfície dos discos, o que reduz os riscos de lesões. A Figura 20 mostra a pressão exercida sobre os discos lombares de uma pessoa que levanta uma carga com a coluna curvada, segundo o ângulo de inclinação e o peso da carga;

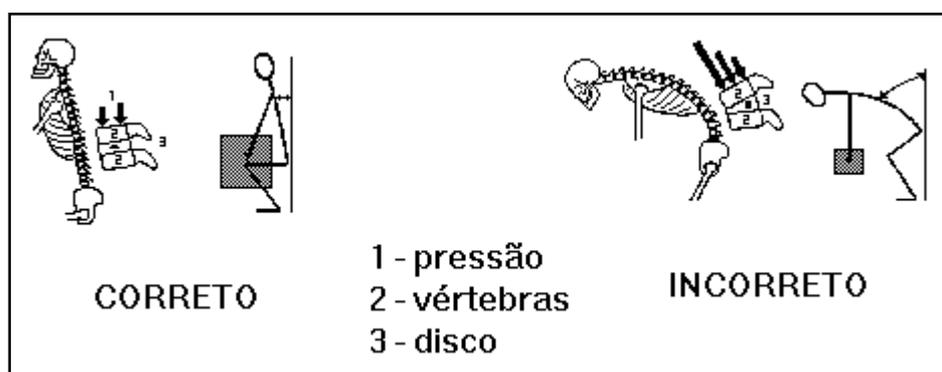


Figura 20: Pressão sobre as vértebras.
Fonte: Couto, (2002).

Movimento dos objetos: o esforço diminui à medida que se utiliza o movimento dos objetos como impulso, para vencer a inércia inicial da mesma. Quando se deseja elevar uma carga desde o solo e colocá-la no ombro, é recomendável aproveitar a velocidade adquirida pelo impulso das pernas.

Posição dos pés no movimento de torção do tronco: Recomenda-se decompor o movimento de forma a levantar a carga, num primeiro instante, e movimentar-se com o corpo através da colocação correta dos pés no chão, na mesma direção do movimento como é mostrado na Figura 21;

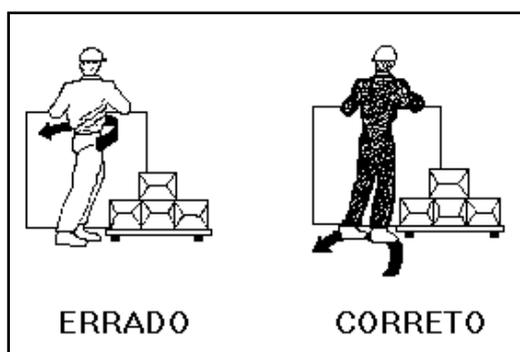


Figura 21: Posição dos pés no movimento de tronco.
Fonte: Couto, (2002).

Rotação do tronco: a rotação do tronco associada à movimentação de cargas deve ser evitada, já que esta provoca sérios danos à região lombar. Recomenda-se erguer o menos possível as cargas, e respeitar as posturas corretas para o seu manuseio;

Movimentação de cargas em grupos: as cargas muito pesadas ou de grandes dimensões devem ser levantadas e movimentadas por um grupo de pessoas. O método adequado é:

- Determinar o número de pessoas necessárias ao manuseio em função do peso e tamanho da carga;
- Determinar um responsável pelas manobras. Ele deverá determinar o momento de levantar e abaixar (depositar) a carga;
- Repartir o peso, de forma a assumir boa posição de trabalho e favorecer a visibilidade;
- Levantar e abaixar (depositar) a carga simultaneamente;
- Nunca depositar a carga utilizando a cabeça como apoio;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERGO. **A certificação do ergonomista brasileiro**. Editorial do Boletim 1/2000, Associação Brasileira de Ergonomia, 2000.

ADAMS,ALVES, José Urbano *et. al.* **Avaliação biomecânica dos trabalhadores nas atividades de propagação de *eucalyptus spp.*** Revista Ciência Florestal, 11(1):81-89.Rio Grande do Sul: Santa Maria, 2001.

AMARAL, F. G. **O método NIOSH: método pratico para avaliar cargas e o risco dorso-lombar associado**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO E SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA (2;6:1993: Florianópolis). **Anais**. Brasil, p. 240-247, 1993.BARROS, Ana *et. al.* **Manual de Boas Práticas em Saúde Ocupacional: Posturas de trabalho, movimentação de cargas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

AU, G., COOK, J. and MCGILL, S.M. Spinal shrinkage during repetitive controlled torsional, flexion and lateral bend motion exertions, **Ergonomics**, v. 44, p. 373-381, 2001.

BARREIRA, T. H. C. Um enfoque Ergonômico para as Posturas de Trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, n. 17, v. 67, 1989.

CALLAIS-GERMAIN, B. **Anatomia para o Movimento**. V.1 E V.2. São Paulo: Manole, 1991.

CAILLIET, R. **Dor. Mecanismos e Tratamento**. São Paulo: Manole, 1999.

CARRION, V. **Comentários da Consolidação das Leis do Trabalho**. 30.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

CHAFFIN, D. B., ANDERSSON, G. B. **Occupational Biomechanics**. New York: John Wiley & Sons ed., 1984.

CHAFFIN, D.B; ANDERSSON, G.B.J; MARTIN, B.J. **Biomecânica Ocupacional**. 3. ed. Belo Horizonte: Ergo, 1999.

COSTA, Estefânio Santos. **Sistema de Alimentação para bebedouro com filtragem que utiliza garrações de 20 litros**. Salvador: UNEB, 2004.

COUTO, Hudson A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho em 18 lições**. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

DAGGFELDT, K., THORSTENSSON, A. The Mechanics of Back-Extensor torque Production about the lumbar spine. **Journal of Biomechanics**. v.36, p.815-825, 2003.

DAVIS, K.G., MARRAS, W.S., WATERS, T.R. Evaluation of Spinal Loading during

lowering and lifting. **Clinical Biomechanics**, v. 13, p. 141-152, 1998.

DEJOURS, C. (1996). Épistémologie concrète et ergonomie. In F. DANIELLOU, F. (org.) *L'ergonomie en quête de ses principes. Débats épistémologiques*. Octares Editions, Toulouse, França, p. 201- 217.

DEMPSEY, P. and FATHALLAH, F.A. Application issues and theoretical concerns regarding the 1991 NIOSH equation asymmetry multiplier. **International Journal of Industry Ergonomics**, v. 23, p.181-191, 1993.

DEZAN, D.H.; RODACKI, A.L.F.; RODACKI, C.L.N.; SANTOS, A. M.; OKAZAKI, V.H.A.; SARRAF, T.A. Comparação dos efeitos compressivos do disco intervertebral nas condições de levantamento de peso nas posições sentada e em pé. **Revista Brasileira de Biomecânica**, n.7, p.41-49, 2003.

FOWLER, N. E.; LEES, A.; REILLY, T. Spinal shrinkage in unloaded and loaded drop-jumping. **Ergonomics**, v. 37 , p. 133-139, 1994.

FUNDACENTRO. **Levantamento e transporte manual de pesos**. São Paulo, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.
GOSS, C.M. **Gray Anatomia**. 29.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GUERIN, F.; LAVILLE, A. ; DANIELLOU, F.; et al. Comprendre le travail pour le transformer: **la pratique de l'ergonomie**. Montrouge: ANACT, 1991.

HOLMES, A.D. and HUKINS, D.W.L. Fatigue failure at the disc-vertebra interface during cyclic axial compression of cadaveric specimens. **Clinical Biomechanics**, v. 9, p.133-134, 1994.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

JÄGER, M., LUTTMANN, A. Biomechanical analysis and assessment of lumbar stress during load lifting using a dynamic 19-segment human model. **Ergonomics**. London, v. 32, n. 1, p.93-112, 1989.

JÄGER, M., LUTTMANN, A. The load on the lumbar spine during asymmetrical bimanual materials handling. **Ergonomics**. London, v. 35, n. 7/8, p. 783-805, 1992.

KAPANDJI, A. I. **Fisiologia Articular: Tronco e Coluna Vertebral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KAZARIAN, L.E. Creep Characteristics of the Human Spinal Column. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 6, p. 03-18, 1975.

KENDALL, F.P. **Músculos Provas e Funções**. São Paulo: Manole, 1998.

KINGMA, I., VAN DIËËN, J.H.. Lifting over an obstacle effects of one handed lifting and hang support on trunk kinematics and low back loading. **Journal of Biomechanics**, 2003.

KNOPLICH, J. **Enfermidades da coluna vertebral**. 2 ed. São Paulo: Panamed, 1982.

KNOPLICH, J. **Endireite as costas: desvios da coluna - exercícios de prevenção**. São Paulo, Ibrasa, 1989.

KOELLER, W., MUEHLHAUS, S., MEIER, W. and HARTMANN, F. Biomechanical properties of human intervertebral discs subjected to axial dynamic compression – influence of age and degeneration. **Journal Of Biomechanics**. v. 19, p.807-816, 1986.

LARIVIÈRE, C., GANGNON, D and LOISEL, P. A biomechanical comparison of lifting techniques between subjects with and without chronic low back pain during freestyle lifting and lowering tasks. **Clinical Biomechanics**, v. 17, p.89-98, 2002.

LATHAM, J.M., PEARCY, M.J., COSTI, J.J., MOORE, R., FRASER R.D., VERNONROBERTS, B. Mechanical Consequences of annular tears and subsequent intervertebral disc degeneration. **Clinical Biomechanics**, v. 9, p.211-219, 2004.

LEE, T-H. Minimal acceptable handling time intervals for lifting and lowering tasks. **Applied Ergonomics**, 2003.

LEE, K.S., PARK, H.S, CHUN, Y.H. The validity of the revised NIOSH weight limit in a Korean young male population: a psychophysical approach. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 18, p.181-186, 1996.

LENGSFELD, M., DEURSEN, D.L.V., ROHLMANN, A., DEURSEN, L.L.J.M.V. and GRISS, P. Spinal load changes during rotatory dynamic sitting. **Clinical Biomechanics**, v.15, p.295-297, 2000.

LEPLAT, J.; CUNY, X. **Ergonomia: conceptos y métodos**. Madrid: Editorial Complutense, 1998.

Leplat, J. (1972). La Psychologie du travail en ergonomie. In Reuchlin, M. (org.), *Traité de Psychologie appliquée*. Paris: PUF.

LIDA, I. **Ergonomia projeto e produção**. 5.ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1998.

McGILL, S. M.; VAN WIJK, M. J.; AXLER, C.T.; GLETSU, M. Studies of spinal shrinkage to evaluate low-back loading in the workplace. **Ergonomics**, v. 39, p.92-102, 1996.

McGILL, S.M. The biomechanics of low back injury: implications on current practice in industry and the clinic. **Journal of Biomechanics**, v.20, p.465-475, 1997.

MENEZES, Wladimir Jatobá de; MENEZES, Fabricio Henrique Oliveira de. Ergonomia: Conceitos Introdutórios e Noções de Sistema Informacional. Disponível <http://www.fortium.com.br/faculdedefortium.com.br/wladimir_jatoba/material/_4623.doc> Acesso às 20/set/2010.

Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de legislação, segurança e medicina do trabalho**. 27. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MONTMOLLIN, M. de. **A ergonomia**. Lisboa: Instituto Piaget, 160p., 1990.

MONTMOLLIN,, M. (1967). *Introducción a la Ergonomía*. Madrid: John Wiley.

MORAES, A. & Soares M. M. (1989). *Ergonomia no Brasil eno Mundo*. Rio de Janeiro: ABERGO, ESDI/UERJ, UNIVERTA.

MURREL, K. F. H. (1969). *Ergonomics, Man in his working environment*. London: Chapman & Hall.

NETTER, Frank H. Atlas de Anatomia Humana. 2 ed. Porto Alegre: Artemed, 2000.

NIELSEN, P.K., ANDERSEN, L. and JORGENSEN, K. The muscular load on the lower back and shoulders due to lifting at different lifting heithts and frequencies. ***Applied Ergonomics***, v.29, p.445-450, 1998.

NIOSH - **Work practices guide for manual handling**. Washington. DC, Us Department of health and Human Services, Publications nº 81-122,Us Government Office, 1981.

NIOSH - “**Work practices guide for manual lifting US Department of Health and Human Services**” National Institute Occupational of Safety and Health, Cincinatti, OH, 1994.

NR - 5. **Norma Regulamentadora Brasileira - NBR**. Disponível na Internet em 20/07/2002, www.mte.gov.br.

OIT - OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. **Peso máximo en el levantamiento y el transporte de cargas**. Ginebra, Série Seguridade, Higiene y Medicina del Trabajo,1988.

ORSELLI, Osny Telles. **Qual o limite de peso da carga para uma pessoa levantar?** (2008). Disponível <http://www.mundoergonomia.com.br/_website/artigo.asp?cod=1847&idi=1&mo_e=74&id=3134> Acesso 30/set/2010.

OSTI, O.L., VERNON-ROBERTS, R. , MOORE, R., FRASER, R.D. Annular Tears and Disc Degeneration in the Lumbar Spine. ***The Journal of Bone and Joint Surgery***, v.74-B, p.678-682, 1992.

PANJABI, M.M. Clinical Spinal instability and low back pain. ***Journal of Electromyography and Knesiology***, v.13, p.371-379, 2003.

PAVARD, B. Apport des théories de la complexité à l'étude des systèmes coopératifs. In: BENCHEKROUN; WEILL-FASSINA (Coord.). Le travail collectif: perspectives actuelles en ergonomie. Toulouse: Octares Editions, 2000. p. 19-34.

PEGATIN, Thiago. **Ferramentas Ergonômicas – Niosh** Disponível <<http://topergonomia.wordpress.com/2008/04/01/ferramentas-ergonomicas-niosh/>> Acesso 23/set/2010.

PELLENZ, Claudia Chaguri de Oliveira. **Indicadores de levantamento de Carga e Parâmetros Mecânicos da Coluna Vertebral**. Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Curitiba: UFP, 2005.

REILLY, T., BOOCOCK, M.G., GARBUTT, G., TROUP, J.D.G. and LINGE, K. Changes in stature during exercise and sports training. *Applied Ergonomics*, v.22, p.308-311, 1991.

RICARD, F. **Tratado de Osteopatia**. 2 ed. Espanha: Mandala Ediciones, 1991.

RICARD, F. **Tratamento Osteopático das Lombalgias e Ciáticas**. Rio de Janeiro: Atlântica, 2001.

RODACKI, C. L.; FOWLER, N. E.; RODACKI, A. L. and BIRCH, K. Technical note: repeatability of measurement in determining stature in sitting and standing postures. *Ergonomics*, v.44, p.1076-1085, 2001.

RODTS, Mary. *Lás Vértébras brindam apoio a La columna*. Chigago: SpineUniverse, 2009. Disponível <<http://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/vertebras-brindan-apoyo-columna>> Acesso 22/set/2010.

ROZESTRATEN, R. J. A. (2004). *Psicopedagogia do trânsito: Princípios psicopedagógicos da educação transversal para o trânsito para professores do Ensino Fundamental*. Campo Grande: Editora UCDB.

SOBOTTA. Atlas de Anatomia. 21.ed. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

SCOTTON, Taiane. **Dossiê Técnico: Ergonomia**. Rio Grande do Sul: Cetemo/Senai, 2007.

STEPHANECK, P.(1986). *Apostila do Curso de Psicologia do Trabalho*, Pro Manuscrito, Ribeirão Preto, USP.

STOTHART, J.P., MCGILL, S.M. Stadiometry: on measurement technique to reduce variability in spine shrinkage measurement. *Clinical Biomechanics*, v.15, p.546-548, 2000.

TEIGER, C. (1992a). *Le travail, cet obscur objet de l'ergonomie*. In Actes du Colloque Interdisciplinaire "Travail: Recherche et Prospective" - Thème Transversal no 1 - Concept de Travail. CNRS, PIRTTEM, ENS de Lyon. 111-126.

TROUP, J.D.G., REILLY, T., EKLUND, J. A.E. and LEATT, P. Changes in stature with spinal loading and their relation to the perception of exertion or discomfort. ***Stress Medicine***, v.1, p.303-307, 1985.

TYRRELL, A.R., REILLY, T. and TROUP, J.D.G. Circadian variation in stature and the effects of spinal loading. ***Spine***, v.10, p.161-164, 1985.

VAN DIEËN, J.H., CREEMERS, M., DRAISMA, I., TOUSSAINT, H.M. and KINGMA, I. Repetitive lifting and spinal shrinkage effects of age and lifting technique. ***Clinical Biomechanics***, v.9, p.367-374, 1994.

VAN DEURSEN, L.L., VAN DEURSEN, D.L., SNIJDERS, C.J., WILKE, H.J. Relationship between everyday activities and spinal shrinkage. ***Clinical Biomechanics***, *in press*, 2005.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VIDAL, Mario Cesar. **Introdução à Ergonomia**. Rio de Janeiro: Coppetec, 2000. Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública. Oda, Leila, Ávila, Suzana. Et al. Brasília. Ministério da Saúde, 1998.

VOLKOFF, S. "O tempo, a saúde, a seleção □ três questões relativas ao modelo japonês". In: Hirata, H. (org.). *Sobre o modelo japonês*. São Paulo, Edusp/ACBJ, 1993.

WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, GARG A. and FINEL J. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. ***Ergonomics***, v.36, p.749-776, 1993.

WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON and GARG A. **Applications manual for the revised NIOSH lifting equation DHHS (NIOSH)**, pub nº 94-110, US Department of Health and Human Services" National Institute Occupational of Safety and Health, Cincinnati, OH, 1994

WATERS, T.R, BARON,S.L and KEMMLERT, K. Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. ***Applied Ergonomics***, p.29, v. 433-438, 1998.

WATKINS, J. **Structure and Function of the Musculoskeletal System**. United States: Human Kinetics, 1999.

WILSON, Jonh; CORLETT, Esmond. Nigel. **A Pratical Ergonomics methodology: Static Muscle Loading and the Evalution of Posture** (p.541-570). London Washington: University of Nottingham, 1992.

www.cdof.com.br, acesso em 06/08/2010.

www.sbed.com.br, acesso em 06/08/2010.

ANEXOS

CHECK LIST DA REGIÃO LOMBAR

Para responder este questionário concentre-se na área lombar (costas), ignorando as parte adjacentes do seu corpo	
1. Você sente alguma dor, desconforto, etc. na região lombar? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim	5. Os problemas na região lombar reduziram sua atividade durante os últimos 12 meses? Atividades de trabalho Atividades de lazer <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> sim
2. Você já sofreu algum acidente/doença envolvendo a região lombar? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim	6. Qual é o tempo total que por problemas na região lombar, você foi impedido de realizar suas atividades normalmente, durante os últimos 12 meses? <input type="checkbox"/> 0 dias <input type="checkbox"/> 1 - 7 dias <input type="checkbox"/> 8 - 30 dias <input type="checkbox"/> Mas de 30 dias
3. Você teve que trocar de atividade/função por causa do problema na região lombar? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim	7. Você foi no médico (ou similar) por problemas na região lombar, nos últimos 12 meses? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim
4. Qual é o tempo total que você sente ou sentiu o problema na região lombar, nos últimos 12 meses? <input type="checkbox"/> 0 dias <input type="checkbox"/> 1 - 7 dias <input type="checkbox"/> 8 - 30 dias <input type="checkbox"/> Mas de 30 dias, mais não todo dia <input type="checkbox"/> Todos os dias	8. Você sente ou sentiu algum problema na região lombar, nos últimos 7 dias? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim

Fonte: Wilson; Corlett (1992).