



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO LEVANTAMENTO MANUAL
DE CARGAS BASEADA NA EQUAÇÃO DO NIOSH:
UM ESTUDO DE CASO NUMA INDÚSTRIA
PETROQUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
POR

CLARISSA RAFAELA MENDONÇA BARROS

Orientador: Prof. Antônio Nunes Barbosa Filho

RECIFE, NOVEMBRO DE 2008

Clarissa Rafaela Mendonça Barros

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO LEVANTAMENTO MANUAL
DE CARGAS BASEADO NA EQUAÇÃO DO NIOSH:
UM ESTUDO DE CASO NUMA INDÚSTRIA
PETROQUÍMICA**

Monografia apresentada à graduação
de Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito parcial para a
conclusão do curso de graduação

Orientador: Prof. Antônio Nunes Barbosa Filho

Recife, Novembro de 2008

B277a Barros, Clarissa Rafaela Mendonça

Análise ergonômica do levantamento manual de cargas baseada na equação do NIOSH: um estudo de caso numa indústria petroquímica / Clarissa Rafaela Mendonça Barros. – Recife: O Autor, 2008.

vi, 55 f.; il., figs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia de Produção, 2008.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia de Produção. 2. Ergonomia. 3. Movimentação Manual de Carga. 4. Equação do NIOSH. I. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2008-234

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar presente em minha vida.

Aos meus pais e família por tudo que eles representam, contribuindo para o meu crescimento, tanto pessoal como profissional. Obrigada!

Ao meu namorado Daniel que soube transmitir tranquilidade durante a elaboração deste trabalho e que me apoiou ao longo da graduação. Obrigada!

Aos meus amigos Geovany, Renata e Carmo por todo apoio dispensado a este trabalho. Obrigada!

Agradeço também ao professor Antônio Nunes que me incentivou ao longo da graduação e também no decorrer deste trabalho.

RESUMO

O levantamento manual de cargas é um dos grandes impactadores do absenteísmo nas fábricas. Problemas de coluna, em alguns casos levando a invalidez, é o principal exemplo do que este tipo de trabalho pode causar ao trabalhador. As legislações vigentes no mundo, em sua grande parte, não são eficazes e expõem o trabalhador aos riscos pertinentes a este tipo de atividade. Hoje, contudo, as organizações buscam tornar o ambiente de trabalho um local mais saudável, preocupados com a qualidade de vida de seus funcionários e aumento da produtividade. A Ergonomia, como ciência que adéqua o trabalho às características do homem, possui ferramentas bastante eficazes com a finalidade de analisar e tratar situações como as que a movimentação manual de cargas gera para o homem. O método de análise de levantamento manual de cargas através da equação do *National Institute for Occupational and Health* (NIOSH) dimensiona multiplicadores horizontal, vertical, de repetitividade, entre outros no total de seis, e o índice de levantamento, parâmetros utilizados para definição da carga e do grau de risco ao qual o indivíduo está exposto. No presente estudo foi realizada uma análise de um posto de trabalho de uma fábrica de borracha, no qual é executado o transporte manual dos fardos de borracha da esteira às caixas, com base na equação do NIOSH. Com a aplicação do método pode-se verificar que os trabalhadores estão submetidos a uma carga oito vezes acima do recomendado. Por fim foram feitas sugestões para melhoria.

Palavras-chave: Ergonomia, movimentação manual de carga, equação do NIOSH.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Relevância do Estudo.....	2
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo Geral.....	2
1.2.2	Objetivos Específicos.....	3
1.3	Metodologia.....	3
1.4	Estrutura do Trabalho	3
2	ERGONOMIA	5
2.1	Definições.....	5
2.2	Áreas de Estudo da Ergonomia	7
2.3	Classificação.....	9
2.3.1	Quanto à Abordagem	9
2.3.2	Quanto à Perspectiva.....	10
2.3.3	Quanto à Finalidade	11
3	MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS E DISCO INTERVERTEBRAL	13
3.1	Disco Intervertebral	13
3.2	Movimentação Manual de Carga.....	14
3.2.1	Limites para Levantamento Manual de Cargas	15
3.2.2	Recomendações	16
4	MÉTODO DE ANÁLISE DE LEVANTAMENTO DE CARGAS DO NIOSH	19
4.1	Limitações da Equação do NIOSH.....	19
4.2	Definição da Posição Padrão.....	20
4.3	A Equação e suas Funções	21
4.3.1	Componente Horizontal	22
4.3.2	Componente Vertical	23
4.3.3	Componente de Distância.....	25
4.3.4	Componente de Assimetria.....	26
4.3.5	Componente de Frequência	28
4.3.6	Componente de Acoplamento.....	30
4.4	Índice de Levantamento	32
5	ESTUDO DE CASO	34
5.1	Unidade Produtiva	34
5.2	Processo Produtivo	37
5.3	Identificação do Posto de Trabalho	40
5.4	Problematização do Sistema Operacional.....	41
5.5	Aplicação da Equação do NIOSH	45
5.6	Diagnose Ergonômica.....	46
5.6.1	Avaliação do Posto de Trabalho pelos Trabalhadores	46
5.7	Recomendações para Intervenção	47
6	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Interdisciplinaridade da Ergonomia.....	01
Figura 2.1 – Campos de Atuação da Ergonomia.....	08
Figura 3.1 – Disco Intervertebral.....	13
Figura 3.2 – Comparação das Cargas Máximas de outros Países em Relação ao Brasil.....	16
Figura 3.3 – Técnica para Movimentação de Cargas com Rotação.....	18
Figura 3.4 – Técnica para Elevação de Cargas.....	18
Figura 4.1 – Representação Gráfica das Variáveis H e V.....	21
Figura 4.2 - Representação Gráfica do Ângulo de Assimetria.....	27
Figura 4.3 - Qualidade da Pega.....	31
Figura 4.4 – Árvore de Decisão para Qualidade da Pega.....	32
Figura 5.1 – Fluxo Macro do Processo.....	37
Figura 5.2 – Localização da Área de Estudo no Fluxo Macro do Processo.....	40
Figura 5.3 – Caracterização e Posição Serial do Sistema.....	41
Figura 5.4 – Entradas, Saídas e Interferências do Sistema.....	45
Figura 5.5 – Levantamento dos Problemas Indicados pelos Operadores.....	46
Figura 5.6 – Levantamento dos Locais de Maior Incômodo pelos Operadores.....	47
Figura 5.7 – Lay-out Atual e Proposto.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Carga Limite para Levantamento	15
Tabela 4.1 – Fator Horizontal.....	23
Tabela 4.2 – Fator Vertical.....	24
Tabela 4.3 – Fator Distância.....	26
Tabela 4.4 – Fator de Assimetria.....	28
Tabela 4.5 – Fator Frequência de Levantamento.....	30
Tabela 4.6 – Fator de Acoplamento.....	32
Tabela 5.1 – Produtos Desenvolvidos na Planta do Cabo.....	36
Tabela 5.2 – Informações sobre Matérias-Primas.....	38
Tabela 5.3 - Cálculo CLR e IL.....	45

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 5.1 – Vista Aérea da Fábrica de Borracha.....	35
Foto 5.2 – Arranjo Físico do Posto de Trabalho.....	42
Foto 5.3 – Execução da Tarefa.....	42
Foto 5.4 – Execução da Tarefa.....	43
Foto 5.5 – Execução da Tarefa.....	43
Foto 5.6 – Execução da Tarefa.....	44
Foto 5.7 – Execução da Tarefa.....	44

1 INTRODUÇÃO

A crescente competitividade nos mercados e a globalização têm gerado nas organizações a busca pela melhoria contínua de seus processos, redução dos custos variáveis, com conseqüente aumento da lucratividade, aumento da produtividade e qualidade do produto. Porém, estes objetivos para serem alcançados não dependem apenas do uso de ferramentas de qualidade ou de pesquisa operacional.

Índices de absenteísmo e de custo com horas-extras são acompanhados mensalmente e fazem parte da pauta das reuniões da alta-gerência das organizações mais bem sucedidas. A redução destes índices passou a fazer parte da estratégia de competitividade destas empresas e por isto fazem uso de profissionais habilitados para torná-la possível. É neste cenário que a ergonomia atua. A ação ergonômica, além de tratar direta e indiretamente os índices citados anteriormente, proporciona ao trabalhador um ambiente de trabalho mais adequado às suas características físicas acarretando no maior conforto durante a execução da tarefa e com isto reduzindo problemas de saúde relacionados à execução da mesma.

Como pode ser observado em Vidal (2002), a Ergonomia é uma ciência e/ou tecnologia que faz a integração entre alguns fatores bastante relevantes para o sistema produtivo e para o trabalhador, são eles: conforto, segurança, eficiência do trabalhador, produtividade e condições de trabalho. Para tanto, faz uso de diversas disciplinas como anatomia, fisiologia, biomecânica, antropometria, engenharia, informática, desenho industrial, economia, psicologia, entre outros, conforme ilustrado na Figura 1.1.

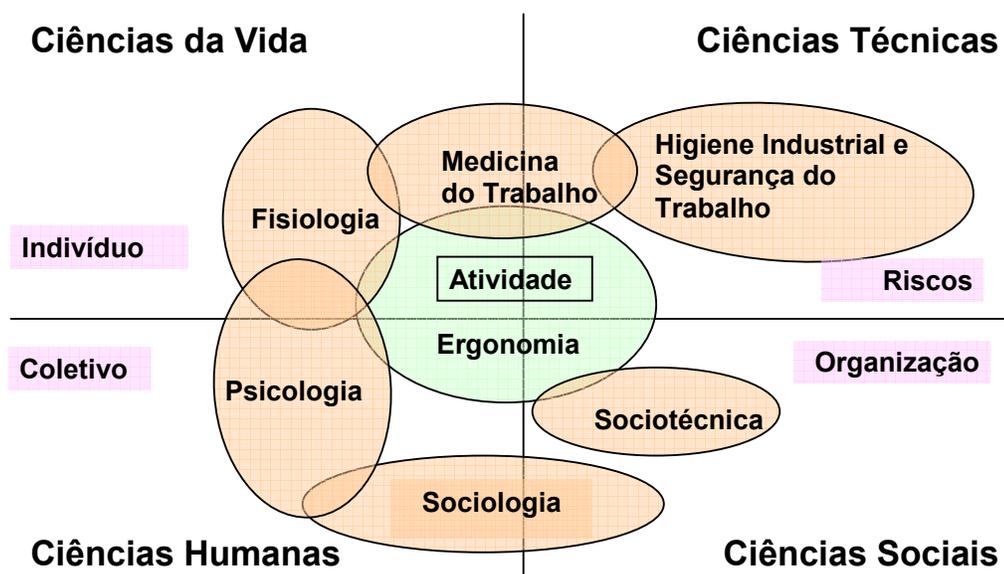


Figura 1.1 - Interdisciplinaridade da Ergonomia
Fonte: Vidal (2002)

A ciência do conforto, como também é referida, tem sido fator de elevação de produtividade de organizações e de melhoria da qualidade de seus produtos, bem como da qualidade de vida de trabalhadores, conforme é aplicada a fim de melhorar as condições ambientais, visando à adequação do trabalho às características psicofisiológicas do homem.

1.1 Relevância do Estudo

As atividades de movimentação manual de cargas, como o levantamento de pesos, são responsáveis por grande parte dos problemas musculares e de coluna dos trabalhadores. Os problemas gerados por este tipo de atividade geram ausências no trabalho e invalidez precoce. Além disto, afetam a qualidade do produto e a produtividade.

A ergonomia atua diretamente nestes sistemas intervindo nos sistemas que estão falhos ou definindo um novo projeto para implementação. O trabalho em questão realiza uma análise de um posto de trabalho com foco ergonômico e realiza o cálculo do grau de risco ao qual o operador está exposto. É muito importante para as organizações conhecer os riscos de suas atividades, e o nível destes, para por fim atuar no sistema eficazmente, adequando o mesmo ao homem.

1.2 Objetivos

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar através de uma análise com foco ergonômico em um posto de trabalho responsável pelo enchimento de caixas com fardos de borracha, calculando o índice de levantamento exigido pela atividade, conforme descrito no *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), e posteriormente verificar se o índice obtido prejudica a saúde do trabalhador.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral foram definidos objetivos específicos, a saber:

- Analisar o posto de trabalho;
- Calcular o índice de levantamento, levando em consideração a equação da NIOSH;
- Analisar situação atual do posto de trabalho;
- Propor melhorias para esse posto de trabalho.

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica visando desenvolver a fundamentação teórica sobre o assunto em questão. Esta pesquisa foi feita com base em livros, artigos, dissertações e publicações de revistas científicas.

Em uma segunda fase deste trabalho, foi realizado um estudo de caso numa fábrica de borracha do estado de Pernambuco. Para desenvolvimento deste estudo foram realizadas entrevistas com os operadores quanto às queixas de dor e com relação ao conforto ambiental. Também foi realizada uma coleta de dados no posto de trabalho quanto aos parâmetros utilizados na equação do NIOSH para posterior aplicação do mesmo. Um registro fotográfico *in loco* também foi realizado. Todo processo de análise *in loco* foi realizado em três semanas entre os meses de setembro e outubro de 2008.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por seis capítulos, que envolvem desde a teoria aos resultados práticos.

O Primeiro capítulo trata da introdução do tema, aponta a sua relevância, assim como os objetivos gerais e específicos que se pretendem atingir e por fim a metodologia utilizada.

No capítulo dois serão apresentadas as diversas definições para ergonomia, seus campos de atuação e também as classificações.

O capítulo três apresenta a relação entre a movimentação manual de carga e a coluna, bem como os limites pré-estabelecidos pela legislação e recomendações para um movimento menos agressivo à saúde.

O capítulo quatro trata do método utilizado na análise da tarefa executada no posto de trabalho, o transporte de fardos de borracha da esteira para caixa e posterior acondicionamento. Neste, o método de análise de levantamento de cargas do NIOSH é explanado e são apresentadas limitações do mesmo.

O capítulo cinco apresenta um estudo de caso de uma fábrica de borracha no estado de Pernambuco. No estudo de caso o método do NIOSH é aplicado e recomendações para adequação do posto de trabalho são realizadas.

O último capítulo traz as conclusões do trabalho.

2 ERGONOMIA

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos de ergonomia definidos pelas associações e encontrados na literatura. Esta disciplina possui um campo de atuação muito amplo e devido a isto pode ser classificada de diversas formas. A seguir serão apresentadas também duas destas maneiras de classificação, quanto ao campo de estudo e quanto ao modo de aplicação.

2.1 Definições

Em uma primeira fase da ergonomia, objetivou-se o estudo das características do homem pertinentes a projetos de ferramentas. Em seguida, evoluiu para a busca da organização de dados sobre os fatores humanos não só pertinentes a projetos de ferramentas, mas também a outros sistemas como o de uma sala de controle. Atualmente, a ergonomia abrange também a organização do trabalho e as relações com softwares.

Conforme Barbosa (2002), o termo ergonomia foi utilizado pela primeira vez na história pelo polonês Wojciench Jastrzebowskino em seu artigo Ensaio de Ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza em 1857, que o definiu juntando dois termos gregos, *ergon* que significa trabalho e *nomos*, que significa leis naturais. Esta primeira definição estabelecia que “a Ergonomia como uma ciência do trabalho requer que entendamos a atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação”.

Apesar de ter sido utilizado desde essa data, foi apenas em 16 de fevereiro de 1950, proposto por Murrel, engenheiro inglês, que o termo Ergonomia foi adotado oficialmente, quando da fundação da primeira sociedade de ergonomia, a *Ergonomic Research Society*, na Inglaterra. Nesta sociedade reuniram-se fisiologistas, psicólogos e engenheiros com o interesse comum de adaptar o trabalho ao homem (IIDA, 2005).

A partir desse marco na história da ergonomia diversos países, como Estados Unidos seguido da Alemanha, deram início às suas associações científicas de ergonomia. No Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) foi fundada em 1983.

Hoje, a ergonomia está bastante difundida em todo mundo. Anualmente, muitos artigos científicos e periódicos são publicados e eventos a nível nacional e internacional são realizados.

Contudo, a ergonomia não tem uma definição absoluta. Ao longo da história várias conceituações desta matéria interdisciplinar foram estabelecidas. Alguns estudiosos e associações a classificam como tecnologia, outros como ciência. Algumas definições destacam aspectos sistemáticos e comunicacionais, enquanto outras atentam para a adaptação da máquina ao homem. É neste contexto que serão apresentadas uma pequena amostra dos inumeráveis conceitos de ergonomia espalhados pela literatura.

Segundo a associação mais antiga, anteriormente denominada *Ergonomic Research Society*, hoje apenas *Ergonomics Society*, “a ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento, ambiente e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento” (IIDA, 2005).

Ainda segundo Iida (2005), outra associação internacional bastante antiga, a *International Ergonomics Association* (IEA), a ergonomia, ou fatores humanos, como é mais conhecida nos Estados Unidos, “é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem estar humano e a performance global dos sistemas” (BARBOSA, 2002).

Em 1988 a *Société d'Ergonomie de Langue Française* (SELF) definiu ergonomia como a disciplina que “reúne conhecimentos da fisiologia e da psicologia, e das ciências vizinhas aplicadas ao trabalho humano, na perspectiva de uma melhor adaptação ao homem dos métodos e meio ambiente de trabalho” (ERGONOMIA, 2008).

Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia, 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).

Outras várias definições de ergonomia foram citadas por vários outros autores, a seguir algumas conceituações:

- A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem (VIEIRA, 2000; IIDA, 2000).

- Ergonomia é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência (LAVILLE, 1977).
- A ergonomia é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia (WISNER, 1987).

Todas essas definições demonstram um objetivo comum destes estudiosos e destas associações: tornar o ambiente da atividade, do trabalho, um local que preserve a saúde física e mental do executante.

A definição utilizada como base para este trabalho será a da ABERGO. A mesma envolve finalidade – modificar os sistemas de trabalho; propósitos - adequar a atividade às características, habilidades e limitações das pessoas; e critérios – eficiência, conforto e segurança, para realização da Ergonomia. Porém, para complementar esta conceituação é relevante considerar as interfaces entre as pessoas e os sistemas, uma vez que qualquer trabalho executado por um homem demanda o relacionamento do mesmo com diversos elementos que compõem o sistema ao qual a atividade e o homem estão inseridos (ABERGO, 2000).

2.2 Áreas de Estudo da Ergonomia

Iida (2005) define que a ergonomia é uma ciência que abrange vários fatores relacionados ao ambiente de trabalho. A repetitividade da tarefa executada e a dimensão do posto de trabalho, desde o projeto do trabalho e a cultura organizacional, passando pelos processos mentais, são pontos analisados no estudo deste ambiente. Conforme a definição internacional de Ergonomia do IEA, devido a este amplo campo de atuação o estudo desta disciplina foi dividido em três ramos, os quais podem ser mais bem visualizados na Figura 2.1:

- Ergonomia Cognitiva;
- Ergonomia Organizacional; e
- Ergonomia Física.

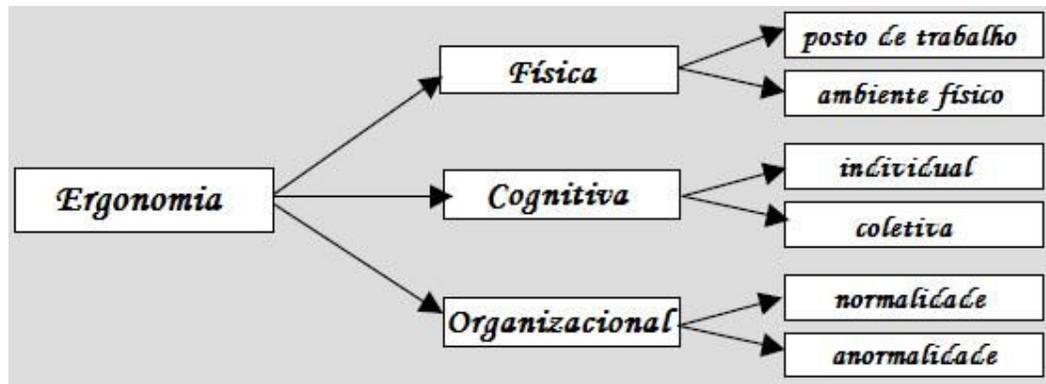


Figura 2.1- Campos de atuação da Ergonomia
 Fonte: Professora Thais Maria Yomoto Ferauche (2008)

A Ergonomia Cognitiva, ou engenharia psicológica, estuda a influência das tomadas de decisão, da carga mental, da interação homem-computador, treinamento e estresse, pertinentes à execução da tarefa, na memória, raciocínio, percepção, atenção e resposta motora do executor. Ou seja, este campo preocupa-se com as conseqüências que a execução da tarefa pode gerar aos processos mentais do operador (IIDA, 2005).

Por outro lado, a Ergonomia Organizacional, também denominada macroergonomia, está focada na psicologia do trabalho. Esta se preocupa em realizar a análise do trabalho observando de um ponto de vista sócio-técnico. São estudadas as influências da cultura da organização, da programação do trabalho em grupo, do projeto do trabalho, do trabalho em turno, da satisfação no trabalho, da ética, da comunicação, da teoria motivacional e do projeto participativo (IIDA, 2005).

Já a Ergonomia Física tem um foco maior nas características físicas e quantitativas do homem e do trabalho, ou seja, ocupa-se com as respostas do corpo humano à execução da atividade propriamente dita, respeitando a capacidade e os limites do corpo humano. Para isto são observadas as características da anatomia humana, fisiologia, biomecânica e antropometria. Os pontos observados neste campo da ergonomia são: manipulação, levantamento e movimentação de cargas, layout das estações de trabalho, demandas do trabalho, postura, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados à execução da tarefa, assim como, repetição e força pertinentes à atividade. Outra questão relevante é o que se refere às variáveis ambientais, que trata dos níveis de iluminação, ruído, vibração, temperatura, agentes químicos e biológicos, característicos do local de execução da tarefa estudada.

Neste campo de atuação, o ergonomista desenvolve projetos de interfaces adequadas para o relacionamento físico homem – máquina, que envolve interfaces de informação (displays) e interfaces de acionamento (controles), com o objetivo de adequar as exigências

aos limites e capacidades do corpo. Para isto, é necessário ter conhecimento sobre o corpo e o ambiente de execução da atividade (VIDAL, 2002).

Segundo Vidal (2002), alguns temas dentro da Ergonomia Física têm sido estudados com maior frequência, a saber:

- Posturas desfavoráveis;
- Força excessiva demandada;
- Movimentos repetitivos;
- Transporte de cargas.

Este último campo de atuação da Ergonomia será o estudado neste trabalho.

2.3 Classificação

Devido ao fato da ergonomia ser uma área de estudo bastante ampla, que envolve todas as partes de um sistema, ela possui diversas formas de aplicação. É com base nestas vários modos de emprego que a ergonomia pode ser classificada (IIDA, 2005).

As classificações são realizadas com base em três tipos de abordagens diferentes:

- quanto à abordagem, ou seja, de que maneira os problemas são tratados;
- quanto à perspectiva, a qual se refere ao modo como as soluções são encaminhadas; e
- quanto à finalidade, que se baseia na forma em que o sistema deseja agir visando uma realidade ótima.

2.3.1 Quanto à Abordagem

Segundo Wisner (1987), conforme este critério, a ergonomia pode ser classificada como ergonomia de produto ou ergonomia de produção. A primeira qualificação é aquela voltada para a concepção de novos produtos com a incorporação das recomendações ergonômicas. Ou seja, ela tem por finalidade criar produtos nos quais sejam levados em consideração as características do usuário, assim como o conforto ao utilizar o mesmo e a influência do seu uso à saúde do usuário. Pode-se perceber uma preocupação com um *design* ergonômico do artefato projetado.

Ainda segundo Wisner (1987) a ergonomia de produção preocupa-se com a elaboração do projeto de um sistema de trabalho como um todo. Ela é aplicada aos processos produtivos, ou seja, ao estudo do trabalho em ação o qual abrange normas, procedimentos, ambientes e outros aspectos da organização. O que se pode notar é que os dois tipos de abordagem se completam uma vez que cada qual necessita de informações pertinentes ao tipo de abordagem do outro para concretização de um projeto adequado. Ou seja, para realizar o projeto de um produto com design ergonômico adequado é necessário levar em consideração o meio em que o mesmo estará inserido, seja ele uma célula de produção ou um mobiliário para escritório. Do outro ponto de vista é fácil perceber que para elaboração de um sistema de trabalho ergonomicamente correto é necessário fazer uso de artefatos também ergonomicamente corretos.

2.3.2 Quanto à Perspectiva

Quanto a este critério a ergonomia pode ser classificada como ergonomia de concepção e ergonomia de intervenção. A diferença básica entre estes dois pontos de vista está no momento em que a ação ergonômica acontece sobre o sistema.

A intervenção é uma resposta a demanda. Portanto, pode-se definir a ergonomia de intervenção como aquela que atua em um sistema de trabalho pré-existente, o qual necessita de reparos por não proporcionar um ambiente de trabalho ergonomicamente adequado.

A ação da ergonômica quando ocorre a nível de projeto é denominada por ergonomia de concepção. Ela permite intervir precocemente sobre o sistema de trabalho, evitando desta forma a ocorrência de ambientes de trabalho insalubres (VIDAL, 2002).

Algumas características de cada um dos tipos de intervenção da ergonomia são bastante peculiares as mesmas. Na primeira, existe a vantagem do cenário estar todo montado, ou seja, a demanda se apresenta de maneira bastante clara, e como ferramenta de trabalho são utilizados métodos e técnicas de Análise Ergonômica do Trabalho. Em geral, as modificações executadas ao longo do processo possuem um custo elevado. Já na ergonomia de concepção, o custo costuma ser baixo e a ação, bastante eficaz, contudo as demandas se apresentam de forma menos clara. Outro fato relevante é a exigência de uma considerada experiência por parte do ergonomista, a qual pode ser adquirida ao longo de ações ergonômicas de intervenção (VIDAL, 2002).

2.3.3 Quanto à Finalidade

Vidal 2002 refere que independentemente do tipo de abordagem ou da perspectiva da ergonomia, existem quatro critérios de finalidade de ação que podem ser adotados pelo ergonomista, são eles:

- Ergonomia de enquadramento;
- Ergonomia de correção;
- Ergonomia de remanejamento; e
- Ergonomia da modernização.

Agindo em qualquer um destes casos, a ação do ergonomista se ajusta às condições do ambiente de trabalho, tendo em vista tornar o sistema ergonomicamente adequado ao usuário.

A Ergonomia de Enquadramento é aplicada quando ocorre a necessidade de atendimento a alguma norma, que pode ser por definição da organização a qual o posto de trabalho está inserido, para atender algum requisito legal ou até mesmo para cumprir às exigências das entidades representativas dos trabalhadores. São demandas freqüentes e às vezes, dependendo de alguns fatores como projeto e implementação, gera uma demanda de correção (VIDAL, 2002).

Agir sobre um erro, seja ele de decisão de investimento ou de projeto, de forma a neutralizá-lo corresponde às atribuições da Ergonomia de Correção. Segundo Wisner (1987) esta responde a anormalidades, em sua maior parte, difíceis de trabalhar, como carga mental e sistemas complexos, geralmente com custos bastante elevados.

Segundo Barbosa (1999), um exemplo de correção nos é dado por uma ação ergonômica nos escritórios de uma grande empresa, os quais possuem uma relação computador / empregado da ordem de 1:1. O setor de Ergonomia desta empresa evidenciou em campo a presença de várias inadequações graves e concluiu que a solução é a troca de mobiliário. Porém, com a impossibilidade da implementação imediata, devido ao volume de compra e ao próprio procedimento de aquisições, a equipe desenvolveu formas corretivas como listas telefônicas e cópias vencidas de relatórios para elevar monitores, apoios de pés improvisados, caracterizando uma solução transitória, a qual gerou uma queda significativa no número de afastamentos. Esta solução também impactou no aceleração do processo de substituição do mobiliário, uma vez que a mesma chamou atenção visualmente para o problema.

Conforme Vidal (2002), nos remanejamentos a necessidade de mudança existe e pode ser facilmente captada. Inserida em um cenário onde existe a possibilidade de inovações e criatividades, acrescido de restrições, torna-se a situação ideal para a engenharia. De uma forma geral, a ocasião do remanejamento pode ser conduzida pela seguinte diretriz: aproveitar as mudanças para corrigir defeitos antigos.

Ainda segundo Vidal (2002), “numa demanda de modernização as mudanças existem de forma ampla e extensa”. Geralmente são mudanças que causam polêmicas, ocorrendo uma certa polarização entre aqueles que tentam aprofundar e os que tentam ir contra o novo. Um exemplo claro da modernização é a troca de um sistema operacional ultrapassado por um mais atualizado.

3 MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE CARGAS E DISCO INTERVERTEBRAL

Este capítulo trata da relação entre a coluna e a movimentação manual de cargas. Também refere-se aos limites impostos pelas legislações brasileira e internacional. Por fim, dá orientações de como proceder as atividades de movimentação manual de pesos.

3.1 Disco Intervertebral

Segundo Knoplich (2003) o disco intervertebral, o qual está ilustrado na Figura 3.1, é formado por um núcleo polposos e um anulo fibroso. É uma estrutura capaz de sustentar o peso do tronco e dissipar forças para as extremidades. Na parte anterior do disco está localizado uma faixa longa, que é denominada ligamento longitudinal anterior (limitam os movimentos exagerados de extensão da coluna) e na parte posterior está localizado o ligamento longitudinal posterior que evitam os movimentos excessivos de flexão anterior da coluna vertebral.

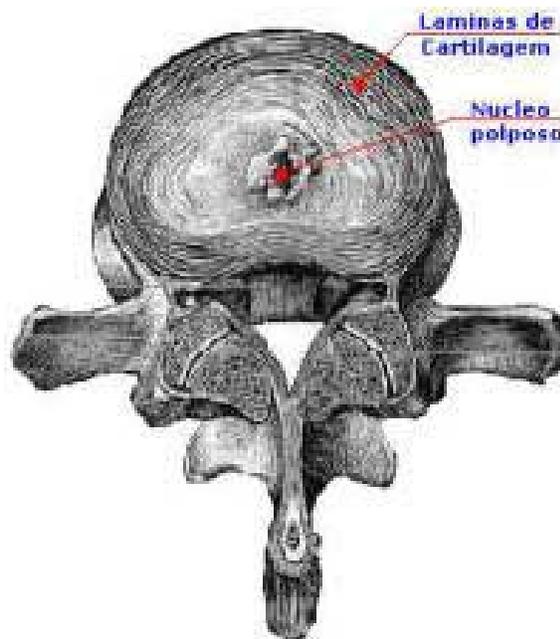


Figura 3.1 - Disco intervertebral
Fonte: Dr. Antônio Vital Sampol (2008)

Ainda segundo Knoplich (2005) a dor pode ser definida como situações incômodas para o conforto do homem, a postura ereta por muito tempo e com movimentos que exijam

trabalho muscular excessivo como levantamento e carregamento de pesos poderão desencadear queixas de dores nos indivíduos expostos. A presença de dor pode aparecer mesmo sem que o indivíduo tenha uma doença do disco intervertebral (como por exemplo herniação discal), uma vez o aumento das pressões exercidas nos discos intervertebrais, como o que ocorre no levantamento de peso, poderá desencadear a liberação de mediadores da dor.

O Ministério do Trabalho e Emprego (1978) através da Norma Regulamentadora de número 7 determina que o médico do trabalho, através do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, faça os exames médicos dos seus empregados e que sejam registrados em prontuário médico do empregado, todas as queixas referentes ao exercício laboral ou não. Os locais de trabalho devem ser projetados de acordos com parâmetros mínimos exigidos pela Norma Regulamentadora do Trabalho urbano de número 17, intitulada ergonomia, porém as Normas apenas exigem parâmetros mínimos a serem seguidos, que muitas vezes não são capazes de serem atingidos.

3.2 Movimentação Manual de Carga

A movimentação manual de cargas é compreendida por qualquer operação de transporte e sustentação de uma carga por um ou mais trabalhadores. Esta atividade envolve levantar, abaixar, empurrar, puxar, carregar, segurar e arrastar uma carga, as quais são executadas diretamente pela força do homem.

A execução destas operações gera riscos à saúde do trabalhador. Segundo Bridger (2003) *apud* Iida (2005), o manuseio de cargas é responsável por grande parte dos traumas musculares entre os trabalhadores. Aproximadamente 60% dos problemas musculares são causados por levantamento de cargas e 20%, puxando-as ou empurrando-as.

Entretanto, a carga sobre os músculos não são os principais problemas gerados por este tipo de atividade, mas principalmente as lesões dorsos-lombares, as quais estão hoje entre as causas mais freqüentes de ausência no trabalho e invalidez precoce (KROEMER & GRANDJEAN, 2005).

Ainda segundo Kroemer & Grandjean (2005) o levantamento manual de cargas gera prejuízos a coluna vertebral do trabalhador exposto. O grande problema não é de ordem muscular e sim desgastes em discos intervertebrais, porém esses desgastes citados são de forma insidiosa e os empregados não sabem informar como começou, pois dificilmente aparece dor súbita (aguda) nessas atividades, os traumas são cumulativos até gerar incapacidade para determinadas atividades laborativas e às vezes até para as atividades de

vida diária (AVD'S). Refere que uma curvatura da coluna vertebral mantendo os joelhos em extensão provoca danos cumulativos na coluna lombar.

Pheasant (1983) *apud* Kroemer & Grandjean (2005), cita que a exposição do trabalhador ao levantamento manual de cargas são características de atividades não projetadas e sempre existem improvisos nestas atividades laborativas e que para levantamentos repetitivos e contínuos de cargas, deve-se adotar a robótica como uma das soluções, pois essas tarefas não foram feitas para a biomecânica do homem.

Segundo Waters *et al* (1994), *National Institute for Safety and Health* em 1981 estabelece parâmetros mínimos para o levantamento e carregamento manual de cargas, no Brasil temos como referência a Norma Regulamentadora do Trabalho Urbano número 17, que se refere somente à ergonomia e os parâmetros mínimos a serem seguidos pelas empresas.

3.2.1 Limites para Levantamento Manual de Cargas

Apesar de ser uma atividade geradora de riscos para saúde do trabalhador, a legislação brasileira não é muito específica quando trata do manuseio de cargas. Exemplo disto é a generalização com que a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) aborda o assunto em questão. Segundo CLT art. 198, “é de 60 (sessenta) quilogramas o peso máximo que um empregado pode remover individualmente, ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho do menor e da mulher”. Ou seja, a legislação não leva em consideração outros fatores que interferem na movimentação de cargas, como repetitividade, deslocamento do objeto, qualidade da pega, duração da atividade, entre outros.

Na literatura podemos encontrar outros limites para levantamento de cargas definidos. Como Verdussen (1978), alguns autores utilizam outros parâmetros para delimitar o levantamento. No caso deste autor foram escolhidos sexo e idade como fatores para estabelecimento da carga limítrofe, o que pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 3.1 – Carga limite para levantamento

IDADE	CARGA (KG)	
	HOMEM	MULHER
14 a 16	15	10
16 a 18	19	12
18 a 20	23	14
20 a 35	25	15
35 a 50	21	13
Acima de 50	16	10

Fonte: Verdussen (1978)

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), o peso máximo para atividades não deve ultrapassar os 55 Kg. Entretanto, não existe um consenso a nível mundial que regulamente a movimentação manual de cargas. Os limites podem variar de 20 até 100 Kg dependendo do país em questão, a exemplo da comunidade europeia que limita seus levantamentos a 25 Kg e da Grécia, no outro extremo, limitando este tipo de atividade a 100 Kg (PELLENZ, 2005). Estas diferenças entre os diversos países estão ilustradas na Figura 3.2 que se encontra a seguir.

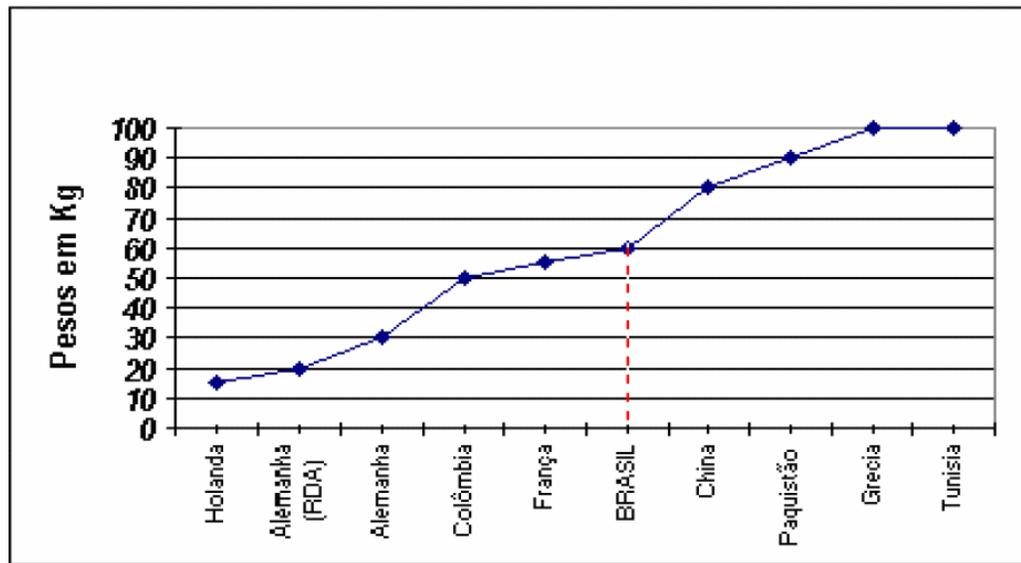


Figura 3.2 – Comparação das cargas máximas de outros países em relação ao Brasil
Fonte: Pellenz (2005)

Em se falando das mulheres, não existe recomendação específica, mas sim orientações as quais sugerem que a carga máxima para elas não deve superar 50% do peso limite determinado para os homens (CLT). O método de análise de levantamento de cargas do NIOSH estabelece que o limite para as mulheres não ultrapasse 75% do proposto aos homens.

Conforme Pellenz (2005) alguns países utilizam também outros fatores para determinação desse valor. Condições e distância do percurso, idade, entre outros, são levados em consideração no momento desta definição.

3.2.2 Recomendações

Segundo Kroemer & Grandjean (2005), algumas recomendações foram feitas durante anos para o levantamento manual de cargas, com cargas definidas para homens, mulheres e crianças. Mas sabe-se que nenhum limite é adequado por causa das diferenças

antropométricas de indivíduo pra indivíduo, o que faz com que muitas teorias sobre o levantamento manual de cargas não consigam estabelecer limites de pesos para o ser humano transportar ou elevar. Hoje se sabe que os discos não sofrem degenerações de forma aguda, mas sim de forma cumulativa e afetam indivíduos de ambos os sexos e idades variadas.

Para evitar, ou ainda assim, diminuir os impactos causados à coluna pelo levantamento e movimentação de pesos, algumas orientações práticas devem ser levadas em consideração:

- Mantenha a coluna reta e use a musculatura da perna, não é a força dos braços e nem das costas que deve levantar a carga;
- Os pés devem estar afastados à largura dos ombros e um mais à frente que o outro, conforme Figura 3.4;
- Mantenha a carga o mais próximo possível do corpo;
- O início do levantamento deve ocorrer, sempre que possível, a partir da altura dos joelhos;
- Caso não seja possível iniciar o levantamento a partir da altura dos joelhos, deve-se proceder da seguinte forma: colocar a carga em uma plataforma e em seguida levantá-la de vez;
- Evitar rotação do tronco simultaneamente ao levantamento;
- No caso de rotação necessária, esta deverá ser realizada através da movimentação dos pés ou pôr os pés formando um ângulo de 90° (podendo ser observado na Figura 3.3), o que zera a rotação do tronco;
- Antes de iniciar o levantamento, deve-se colocar o corpo orientado para a direção do movimento;
- Deve ser realizado com os braços esticados e ao longo do corpo;
- As cargas devem permitir uma pega boa.

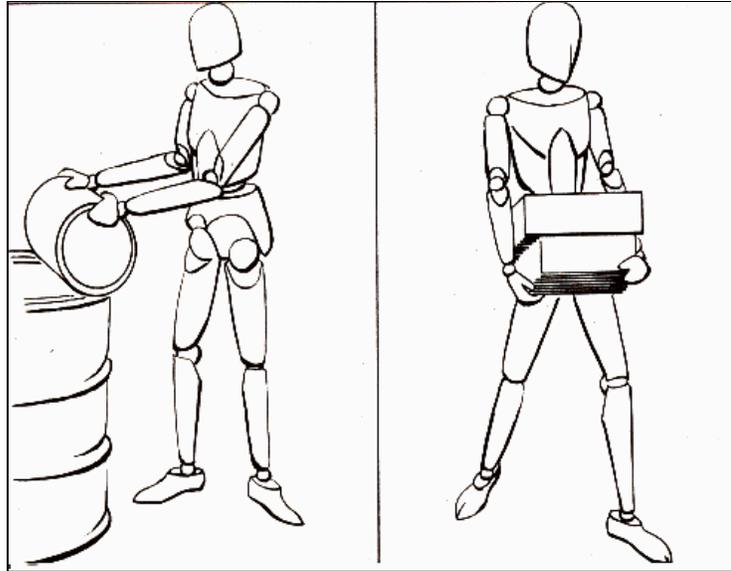


Figura 3.3 - Técnica para movimentação de cargas com rotação
Fonte: Transporte manual de cargas (2008)

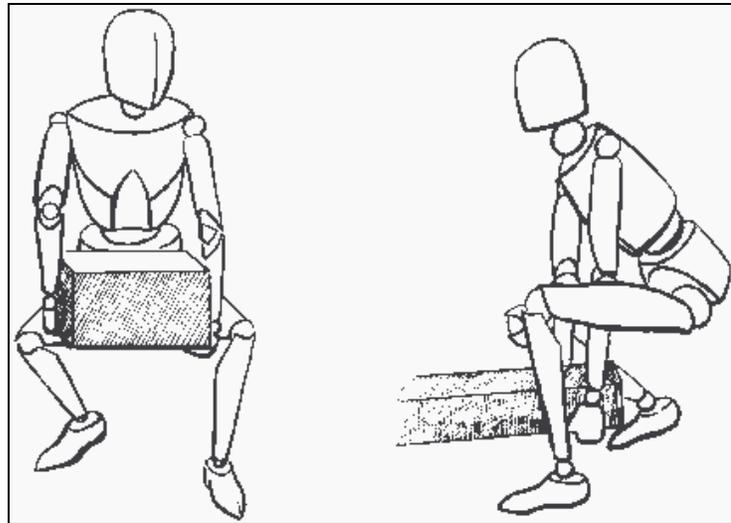


Figura 3.4 - Técnica para elevação de carga
Fonte: Transporte manual de cargas (2008)

4 MÉTODO DE ANÁLISE DE LEVANTAMENTO DE CARGAS DO NIOSH

Preocupado com o crescente número de casos de afastamento por problemas de coluna o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) publicou em 1981 o *Work Practices Guide for Manual Lifting*. Este guia contém um resumo da literatura sobre levantamento de cargas existente até 1981, procedimentos analíticos e uma equação para levantamento de carga para cálculo do peso recomendado específicos para levantamentos com o uso das duas mãos e de atividades com levantamento simétrico. Uma abordagem sobre controle de riscos para a coluna gerados pelo levantamento manual também foi descrita neste guia (WATERS *et al*, 1994).

Entretanto a equação apresentada neste guia não leva em consideração movimentos assimétricos como movimentos laterais e rotação do tronco. Por esta e outras razões a equação de levantamento do NIOSH sofreu uma revisão em 1991. Além dos movimentos assimétricos foi considerado relevante para a aferição do limite de peso recomendado o tipo de prensão do objeto. Estas mudanças tornaram a faixa de aplicação da equação revisada mais ampla, abrangendo uma maior quantidade de atividades com levantamentos de pesos.

4.1 Limitações da Equação do NIOSH

A equação do NIOSH permite calcular o limite de peso recomendado para cada situação de trabalho em função de alguns fatores como o peso da carga, frequência, distância da carga ao corpo, altura, pega, etc.

Porém para aplicação deste método a atividade precisa preencher alguns pré-requisitos, tais como:

- O movimento de levantamento deve ser progressivo e sem movimentos bruscos;
- O manuseio da carga deve ser executado com as duas mãos;
- Não é aplicável a situações de atividades na posição de sentado ou agachado;
- Não aplicável a cargas instáveis, ou seja, o centro de massa da mesma não pode variar durante a execução da tarefa;
- A distância máxima entre o ponto de coleta da carga e a coluna do operador deve ser de 75 cm;

- A postura do funcionário não deve ser limitada pelo ambiente físico, ou seja, não aplicável a elevações em espaço confinado;
- O tempo de execução do trabalho deve ser de no máximo 8 horas;
- Condições ambientais favoráveis (19 a 26°C);
- A interface entre o trabalhador e a superfície de trabalho deve ser satisfatória, na qual deve ser feito uso de sapatos adaptados e superfície antiderrapante.

4.2 Definição da Posição Padrão

Conforme Waters *et al* (1994), o NIOSH define algumas condições padrões adequadas à atividade de levantamento de carga. A padronização refere-se à distância vertical da carga, distância horizontal à carga, altura da carga com relação ao chão, assimetria, pega e peso da carga que não deve ser nem muito pesada e nem muito leve, o que estimularia um nível de repetitividade muito elevado. Os padrões definidos estão descritos a seguir e alguns parâmetros podem ser verificados na figura 4.1.

- Distância vertical percorrida com a carga: < 25 cm;
- Distância horizontal à carga: < 25 cm;
- Altura da carga: 70 a 80 cm do chão;
- Assimetria: 0°;
- Tipo de pega: Boa;
- Constante de peso ideal: 23 kg.

Segundo Waters (1993) *apud* Merino (1996) ao estabelecer o limite do peso em 23 kg, os especialistas destacam que este é o limite de peso recomendado, visto que é um peso que mais de 90% dos homens e mais de 75% das mulheres podem levantar sem problemas à saúde.

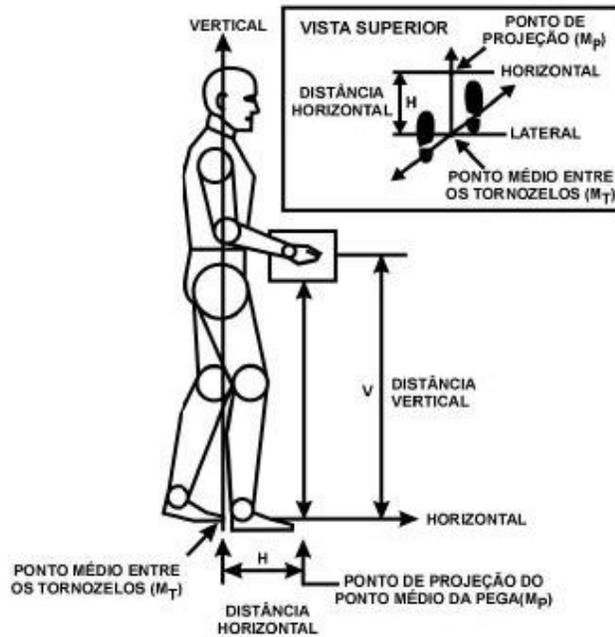


Figura 4.1 - Representação gráfica das variáveis H e V
 Fonte: Teixeira (2004)

4.3 A Equação e suas Funções

Segundo Waters *et al* (1994), a equação revisada do levantamento para cálculo da carga limite recomendada (CLR) é baseada em um modelo multiplicativo composto por seis multiplicadores, denominados coeficientes de manuseio de carga, de distância horizontal, vertical, de frequência de levantamento, de rotação do corpo e um fator constante. Portanto a CLR é obtida a partir da equação a baixo:

$$CLR = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Os seis multiplicadores, ou coeficientes de redução, são representados pelas seguintes parcelas da equação:

- HM: multiplicador horizontal = $(25 / H)$;
- VM: multiplicador vertical = $(1 - (0,003 |V - 75|))$;
- DM: multiplicador de distância = $(0,82 + (4,5 / D))$;
- AM: multiplicador de assimetria = $(1 - (0,0032 A))$;

- FM: multiplicador de frequência;
- CM: multiplicador de interface.

Já o fator constante da equação é representado pela carga constante (LC).

Cada multiplicador deve ser computado a partir de fórmulas específicas para cada um deles ou a partir de tabelas, as quais se aplicam aos termos FM e CM.

4.3.1 Componente Horizontal

Os tópicos a seguir descrevem a componente horizontal.

a) Definição e Medição

A distância horizontal (H) é medida entre a projeção no chão do ponto médio entre as mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os dois tornozelos.

b) Restrições do Componente Horizontal

A distância horizontal apresenta valores limite de aplicação na equação do NIOSH. Medidas de H fora deste limite podem zerar ou manter constante o multiplicador horizontal (HM). O valor mínimo para H corresponde a 25 cm e no caso de um valor inferior a este limite, para esta medida, o HM mantém-se constante e igual a 1. Por outro lado, o valor máximo desta medida corresponde a 63 cm. No caso de H maior que o limite máximo, o valor de HM zera.

c) Multiplicador Horizontal

O multiplicador horizontal é obtido através do uso da seguinte fórmula: $HM = 25 / H$, onde H é medido em centímetros. Este multiplicador é inversamente proporcional ao H, ou seja, ao aumentar H, HM diminui.

O valor de HM pode ser estipulado através do cálculo, com uso da fórmula apresentada acima, ou pode ser determinado diretamente da tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Fator Horizontal

H	FH
cm	
# 25	1.00
28	.89
30	.83
32	.78
34	.74
36	.69
38	.66
40	.63
42	.60
44	.57
46	.54
48	.52
50	.50
52	.48
54	.46
56	.45
58	.43
60	.42
63	.40
> 63	.00

Fonte: Teixeira (2004)

4.3.2 Componente Vertical

Os itens abaixo se referem à definição e obtenção do componente vertical, onde também serão descritas as limitações deste fator.

a) Definição e Medição

A distância vertical (V) é definida como a altura vertical das mãos ao chão. A medição deste componente é realizada a partir do ponto médio entre as mãos no momento do levantamento da carga ao piso.

b) Restrições do Componente Vertical

Assim como o componente horizontal, existe restrição no valor do componente vertical para aplicação na equação do NIOSH. No caso de V maior que 175 cm, o valor do multiplicador vertical é nulo.

c) Multiplicador Vertical

O multiplicador vertical é obtido através do uso da seguinte fórmula: $VM = (1 - (0,003 |V - 75|))$, onde V é medido em centímetros. E assim como HM, o valor de VM pode ser obtido através de cálculo com uso da fórmula apresentada ou da tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Fator Vertical

V	FV
cm	
0	.78
10	.81
20	.84
30	.87
40	.90
50	.93
60	.96
70	.99
80	.99
90	.96
100	.93
110	.90
120	.87
130	.84
140	.81
150	.78
160	.75
170	.72
175	.70
> 175	.00

Fonte: Teixeira(2004)

4.3.3 Componente de Distância

Abaixo serão apresentados a definição, restrição e cálculo da componente de distância.

a) Definição e Medição

A distância vertical de transporte da carga é a medida vertical entre o ponto de partida e o ponto de chegada do carregamento. Portanto, no levantamento de cargas, D pode ser obtido a partir da subtração do V na origem e no final do carregamento.

b) Restrições do Componente de Distância

A variável D apresenta valores limite de aplicação na equação do NIOSH. Assim como o componente horizontal, medidas de D fora deste limite podem zerar ou manter constante o multiplicador de distância (DM). O valor mínimo para D corresponde a 25 cm e no caso de um valor inferior a este limite, para esta medida, o DM mantém-se constante e igual a 1. Por outro lado, o valor máximo desta medida corresponde a 175 cm. No caso de D acima do limite máximo, o valor de DM zera.

c) Multiplicador de Distância

O multiplicador de distância é obtido através do uso da seguinte fórmula: $DM = (0,82 + (4,5 / D))$, onde D é medido em centímetros. Este multiplicador é inversamente proporcional ao D, ou seja, ao aumentar D, DM diminui.

Além de ser obtido através do cálculo com base na fórmula apresentada acima, o valor de DM também pode ser extraído da tabela x apresentada a seguir.

Tabela 4.3 – Fator de Distância

D	DM	D	DM
in		cm	
≤10	1.00	≤25	1.00
15	.94	40	.93
20	.91	55	.90
25	.89	70	.88
30	.88	85	.87
35	.87	100	.87
40	.87	115	.86
45	.86	130	.86
50	.86	145	.85
55	.85	160	.85
60	.85	175	.85
70	.85	>175	.00
>70	.00		

Fonte: Waters et al (1994)

4.3.4 Componente de Assimetria

Os tópicos a seguir descrevem a componente de assimetria.

a) Definição e Medição

A assimetria se refere ao levantamento que começa ou termina fora do plano sagital. Em geral, os levantamentos assimétricos devem ser evitados, uma vez que tornam a atividade mais prejudicial ao executor. No caso do levantamento assimétrico não poder ser evitado, o limite de peso recomendado se torna significativamente menor que o determinado no levantamento simétrico.

O ângulo de assimetria, o qual pode ser observado na Figura 4.5, é definido como o ângulo (em graus) formado pela carga no ponto de coleta (ou partida) da mesma com o plano

sagital. A linha de assimetria é definida como a linha horizontal que atravessa o ponto médio entre os tornozelos e o ponto projetado no piso abaixo do ponto médio entra as mãos no início (ou fim do carregamento).

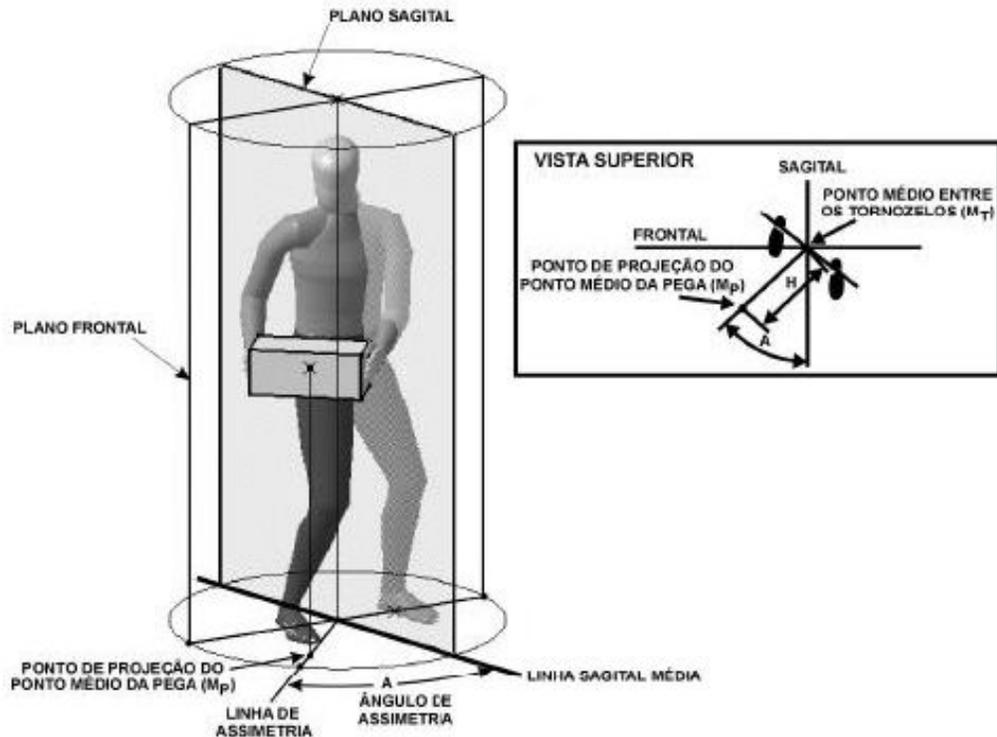


Figura 4.2 - Representação gráfica do ângulo de assimetria
Fonte: Pellenz (2005)

b) Restrições do Componente de Assimetria

O ângulo de assimetria (A) possui uma faixa limite aplicação a qual varia de 0° a 135° . No caso de um ângulo maior que 135° , o multiplicador de assimetria (AM) torna-se nulo, o que resulta em uma carga limite recomendada igual a zero, ou seja, a operação possui um grau de risco bastante elevado.

c) Multiplicador Assimétrico

O multiplicador de assimétrico é obtido através do uso da seguinte fórmula: $AM = (1 - (0,0032 A))$, onde A é medido em centímetros. Este multiplicador atinge seu valor máximo

(AM = 1) quando o levantamento é executado em frente ao corpo, ou seja, quando não há rotação do tronco.

Além de ser obtido através da fórmula, o multiplicador assimétrico também pode ser extraído da tabela x.

Tabela 4.4 - Fator de assimetria

A	FA
graus	
0	1.00
15	.95
30	.90
45	.86
60	.81
75	.76
90	.71
105	.66
120	.62
135	.57
>135	.00

Fonte: Teixeira (2004)

4.3.5 Componente de Frequência

Os itens abaixo descrevem a definição, duração de levantamento, restrições e cálculo da componente de frequência.

a) Definição e Medição

O multiplicador de frequência é o componente que mede o grau de repetitividade da tarefa e é definido por três fatores, são eles:

- Número de levantamentos por minuto;

- Tempo de duração da atividade; e
- Distância vertical da carga no início do levantamento ao piso.

b) Duração do Levantamento

A duração do levantamento é um fator bastante relevante para o cálculo do multiplicador de frequência. Esta duração é classificada em três categorias baseadas na continuidade e no tempo de duração da tarefa, a saber:

- Curta duração: levantamentos repetitivos por no máximo 1 hora sem parar, seguido por um período de recuperação representando no mínimo 20% da fase de trabalho;
- Média duração: levantamentos repetitivos entre 1 e 2 horas sem parar, seguidos de um período de recuperação representando 30% da fase de trabalho; e
- Longa duração: levantamentos repetitivos entre 2 e 8 horas sem parar, sem descanso complementar, somente com as pausas habituais (meio da manhã, almoço e meio da tarde).

c) Restrições de Frequência

Os limites de frequência de levantamento de carga variam de um patamar mínimo de 0,2 levantamentos / minuto até um limite máximo que depende da distância vertical (V). Para dimensionamento desta variável é necessário observar a atividade por no mínimo 15 minutos. Levantamentos acima da frequência máxima resultam na anulação do CLR.

d) Multiplicador de Frequência

O multiplicador de frequência é definido através da observação de uma tabela que leva em consideração os três fatores que o determinam. Segue abaixo a referida tabela.

Tabela 4.5 - Fator freqüência de levantamento (Waters, 1993)

FREQUÊNCIA DE LEVANTAMENTO - FFL						
FREQUÊNCIA	DURAÇÃO DA MANUTENÇÃO CONTINUA					
	<= 8 horas		<= 2 horas		<= 1 hora	
Levantamento(s) por minuto	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: Merino (1996)

4.3.6 Componente de Acoplamento

Os tópicos abaixo descrevem a componente de acoplamento.

a) Definição e Medição

O multiplicador de acoplamento é um fator que é quantificado a partir da qualidade da pega, que é o local de contato entre as mãos do trabalhador e o objeto levantado. Uma boa pega reduz a força necessária para segurar o objeto, com conseqüente aumento do peso aceitável de levantamento. Por outro lado, uma pega pobre requer mais força na pega o que

diminui o peso aceitável de levantamento. Os especialistas classificam a pega em três categorias: boa, razoável e pobre, as quais estão descritas na Figura 4.

BOA	RAZOÁVEL	RUIM
1. Para recipientes com ótimo desenho, como algumas caixas, engradados, etc., uma boa pega seria definida como alças ou cabos com ótimos desenhos .	1. Para recipientes com ótimos desenhos, uma pega “Razoável” seria definida como alças ou cabos inferior ao desenho ótimo .	1. recipientes com desenho inferior ao ótimo ou com partes soltas ou objetos irregulares que são volumosos, difícil de segurar, ou têm borda cortante .
2. Para partes soltas ou objetos irregulares, que normalmente não são armazenadas em recipientes, como molde, bloco e materiais de suprimento, uma “Boa” pega deveria ser definida como uma confortável alça na qual a mão pudesse ser facilmente envolvida em torno do objeto.	2. Para recipientes com ótimos desenhos mas sem alças ou cabos ou partes soltas ou objetos irregulares, uma pega “Razoável” é definida como uma garra na qual a mão pode ser flexionada aproximadamente em 90 graus.	2. Levantamento de sacas flexíveis (ex., sacos que curvam ao meio).

Figura 4.3 – Qualidade da pega
Fonte: Pellenz (2004)

Entretanto, a qualidade da pega não é o único fator que define o multiplicador de acoplamento. A distância vertical (V) também é responsável pela definição do multiplicador em questão.

b) Multiplicador de Acoplamento

Para obter o valor do multiplicador de acoplamento (CM) basta ter conhecimento da qualidade da pega e da distância vertical (V). Com estes dados é possível definir este valor observando a Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Fator de Acoplamento

Fator Qualidade da Pega da Carga - FQPC		
Pega	V < 75 (cm)	V > 75 (cm)
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Fonte: Merino (1996)

Com a finalidade de facilitar a classificação da qualidade da pega, os especialistas desenvolveram a árvore de decisão ilustrada na Figura 4.4.

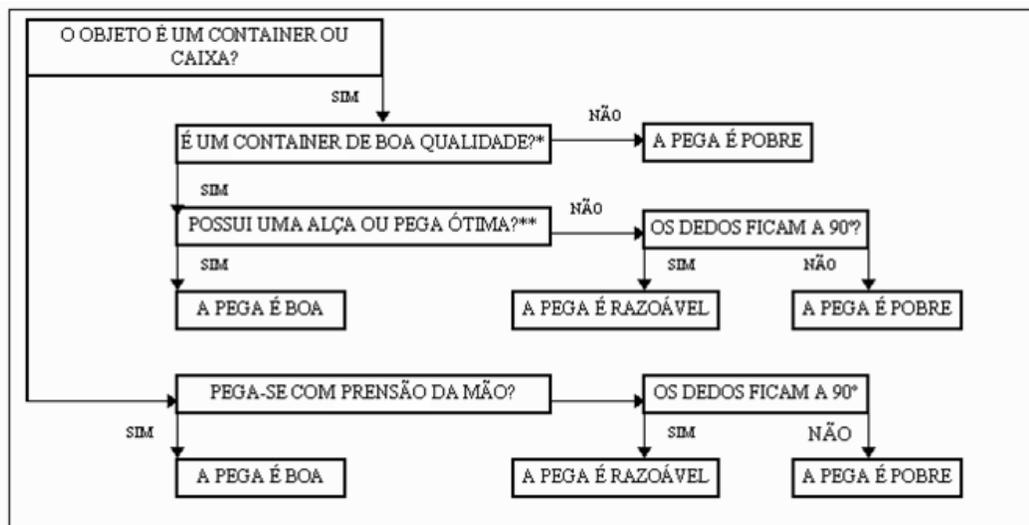


Figura 4.4 – Árvore de decisão para qualidade da pega

Fonte: Merino (1999)

4.4 Índice de Levantamento

O índice de levantamento (LI) é a razão entre o peso da carga levantada e a CLR, a qual é obtida a partir da equação do NIOSH já apresentada anteriormente.

$$LI = LC / CLR$$

Com o LI calculado podemos identificar a que grau de risco a atividade analisada expõe o trabalhador. Existem três zonas de risco as quais a tarefa pode se enquadrar e que são classificadas de acordo com os valores do LI obtidos para a mesma, são elas:

- Risco Limitado ($LI < 1,0$): condição segura, a chance de trabalhador vir a ter uma lesão é mínima;
- Risco Moderado ($1,0 < LI < 3,0$): situação que pode levar o trabalhador a sofrer lesões;
- Risco Elevado ($LI > 3,0$): situação inaceitável do ponto de vista ergonômico, condição que aumenta consideravelmente o risco do trabalhador vir a ter algum tipo de lesão ou doença.

5 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em um posto de trabalho de uma fábrica de borracha sintética, o qual é responsável pelo enchimento de caixas com os fardos do produto acabado. Neste contexto foi realizada uma análise do levantamento manual de cargas pertinente a esta atividade com base na equação revisada do NIOSH.

Neste capítulo serão feitos um resumo do histórico da empresa, explanação sobre o fluxo macro do processo e sobre o posto de trabalho, e a análise deste último. Com base nisto será implementada a ferramenta escolhida. Por fim serão feitas recomendações para intervenção.

5.1 Unidade Produtiva

Visando aproveitar o álcool etílico excedente da região proveniente da agroindústria açucareira, foi construída na década de 50 a fábrica de borracha sintética em estudo no estado de Pernambuco. O álcool era utilizado na produção da principal matéria-prima da borracha de butadieno (BR), o butadieno 1,3. Porém, foi apenas em 1965 que a fábrica entrou em operação sob o controle do governo do Estado.

Os dez primeiros anos após a partida foram marcados por fortes alterações econômicas, inclusive pela elevação do preço do álcool etílico. Inserida neste cenário, a planta encerrou as atividades da unidade de produção de butadieno 1,3 e passou a importar o produto. Neste período também ocorreu outro fato bastante marcante, a transferência do poder acionário do governo do Estado para outra empresa pública.

Na década de 70, a empresa ampliou sua capacidade de produção passando a produzir vários tipos de elastômeros do tipo SSBR (Borracha de estireno e butadieno em solução). Em 1978, com o surgimento do pólo de Camaçari, na Bahia, iniciou-se o processo de aquisição do butadieno 1,3 através da Companhia Petroquímica do Nordeste (COPENE).

Em 1996, a fábrica passou a fazer parte de outro grupo que já possuía duas outras fábricas de borracha, sendo uma em Duque de Caxias – RJ e a outra em Triunfo – RS. Entretanto, com processos produtivos diferentes, uma vez que o processo da fábrica do Cabo é em solução e o das demais é por emulsão. Recentemente, este grupo foi adquirido por um

grupo multinacional e se tornou não só o maior fabricante de borracha sintética da América Latina, mas também, o maior do mundo.

A unidade do Cabo de Santo Agostinho, de cuja vista aérea pode ser observada na Figura 5.1, é produtora das famílias de elastômeros BR (borracha de butadieno) e SBR (borracha de butadieno e estireno em solução).

Planta multipropósito, com capacidade produtiva de 145.000 t/ano de 28 tipos de borracha. Em 2007, produziu 112.000 toneladas. Possui uma área construída de aproximadamente 34.000 m², nas quais emprega 151 funcionários próprios e 340 funcionários terceirizados. A empresa fornece transporte para seus funcionários. Para os terceiros, cada empresa é responsável pelo transporte de seus funcionários. Os funcionários que trabalham na área em análise, os quais são terceiros, deslocam-se de ônibus coletivo de linha ou bicicleta.

A unidade possui tecnologia Firestone, onde três linhas são de produção contínua e há também nove reatores para produção por batelada. A planta é composta por macro-áreas, a saber: estocagem, purificação, reação, secagem, utilidades e expedição.

O posto de trabalho em análise situa-se na secagem e é pertinente à etapa final de manuseio do produto antes de ser enviado para expedição.

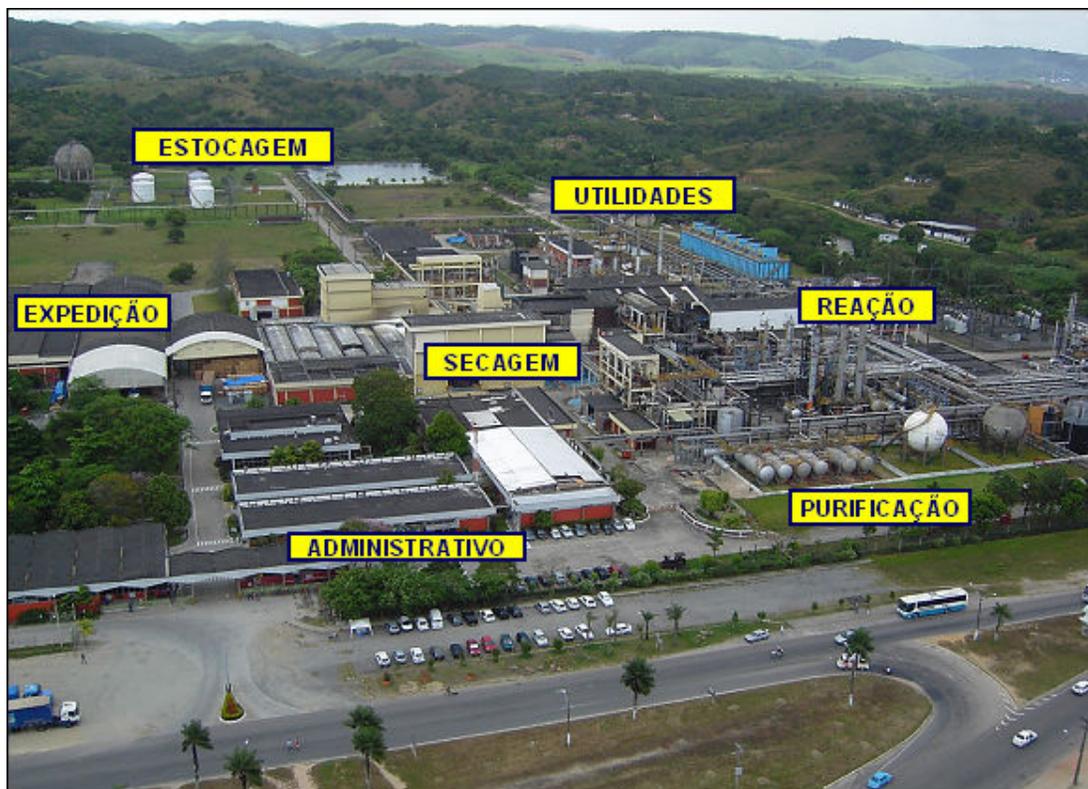


Foto 5.1 - Vista Aérea da Fábrica de Borracha
Fonte: Empresa X (2008)

As características e propriedades que os elastômeros acumulam permitem uma ampla aplicação no mercado atingindo diversos setores da economia, tais como:

- Automobilístico;
- Calçados;
- Construção civil;
- Plásticos;
- Materiais hospitalares;
- Entre outros de grande importância no dia-a-dia da sociedade.

Das famílias de elastômeros BR e SBR produzidos na fábrica do Cabo, através da técnica de polimerização em solução, são desenvolvidos outros produtos oriundos destes, onde os principais produzidos na planta atualmente estão representados na tabela 1.

Tabela 5.1 – Produtos Desenvolvidos na Planta do Cabo

PRODUTOS			
BR		SSBR	
BR 45	BR 70 GP	SSBR 4524	SSBR 1550
BR 45 CP	BR 70 GP B	SSBR 4518 A	SSBR 1550 A
BR 40	BRNd 40 (alto cis)	SSBR 4525 A	SSBR 2432
BR 50 HV	BRNd 40 GP	SSBR 8018 A	SSBR 2561 A
BR 55	BRNd 40.	SSBR B 18 4524	SSBR 531
BR 70	BRNd 40 GP B	SSBR B 30 4548	SSBR 2561
BR 55 GP	BRNd 60	SSBR 1205	SSBR 2062 F
BR 55 GP B			

Fonte: Autor (2008)

A fábrica tem uma capacidade de produção de 145.000 ton/ano dos produtos citados acima. O atingimento dessa capacidade total pode ser impactado pela demanda do mercado e/ou por indisponibilidade de matéria-prima. Historicamente, a planta tem obtido de 1,6% a 1,8% de material fora de especificação. Estes materiais são tratados como refugos e resíduos, possuindo mercado específico.

5.2 Processo Produtivo

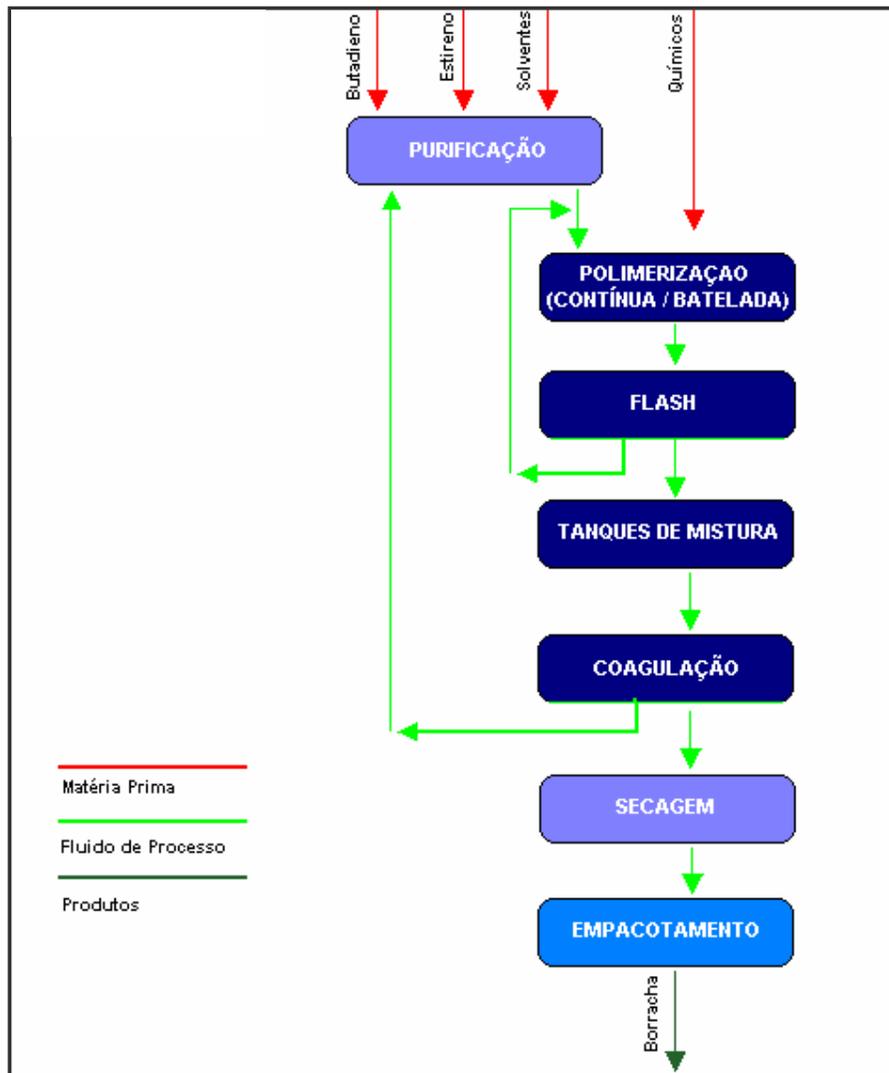


Figura 5.1 Fluxo Macro do Processo

Fonte: Empresa X (2008)

A área de estocagem, ou tancagem, A 4500 compreende os tanques onde são recebidas e estocadas as matérias-primas e insumos químicos que participam de forma direta do processo de fabricação dos elastômeros.

Os butadieno, estireno e solventes, antes de entrar no processo de produção propriamente dito, são tratados para serem removidas as impurezas. Esta etapa é denominada Purificação e é composta por quatro sub-áreas: purificação de 1,3-butadieno, purificação de n-hexano, purificação de ciclohexano e purificação de estireno.

A conversão dos monômeros em polímeros é realizada na área de reação. Esta conversão ocorre através de uma reação de polimerização por solução, iniciada por catalisadores a base de Lítio. Esta reação pode dar-se em modo contínuo ou em bateladas, conforme o produto que se deseja produzir. Esta área é compreendida pelas linhas A, B e C

operando em modo contínuo e as linhas D, E, F, G e H, operando em batelada. No geral, cada linha opera com dois reatores, com exceção do trem B que opera com três reatores e do trem H que opera com apenas um reator.

A secagem mecânica, a qual é precedida de um sistema de coagulação, tem por finalidade remover a água dos coágulos de borracha e manter o material volátil dentro do padrão especificado.

A área de utilidades produz água clarificada, água industrial e vapor. Também recebe energia elétrica da CELPE para atender a demanda da unidade. Água clarificada, água industrial, vapor e ar comprimido são produzidos nas condições exigidas pelo processo nas dependências da fábrica, possuindo um alto percentual de importância do ponto de vista de qualidade do produto, continuidade do processo, saúde, segurança e meio ambiente.

Após a etapa de secagem, onde se encontra a atividade alvo deste estudo, temos a etapa de armazenamento e expedição do produto final.

O quadro demonstrativo das principais matérias-primas, as quais representam 88% do custo variável da unidade, e seus fornecedores é apresentado a seguir:

Tabela 5.2 – Informações sobre Matérias-primas

Matéria-Prima	Movimentação Mensal (R\$)	Fornecedor	Origem	Transporte
1,3 Butadieno	9.371.394,00	BRASKEM	Camaçari-BA	Marítimo
Estireno	1.573.852,00	EDN	Camaçari-BA	Marítimo
Hexano	660.673,00	IPIRANGA	Suape-PE	Rodoviário
Ciclo-Hexano	402.630,00	BRASKEM	Camaçari-BA	Rodoviário
N-Butil Lítio	524.480,00	CHEMETALL/FMC	Alemanha/Inglaterra	Marítimo
TNPP	117.322,00	GE	USA	Marítimo
Irganox 1520/1076	138.313,00	CIBA	Bahia / São Paulo	Rodoviário

Fonte: Autor (2008)

A força de trabalho é altamente especializada e formada na área industrial por um corpo de técnico de engenheiros, com a predominância de engenheiros químicos, e técnicos de sistema industrial, cuja posição inicial de carreira, face às complexidades operacionais, exige o segundo grau completo. Todo esse efetivo, além daqueles das áreas de apoio, em todos os níveis, é estimulada a busca do aprimoramento de sua capacitação, inclusive com a liberação e o subsídio em determinados casos, como o atendimento a cursos de especialização e mestrado quando pertinente. A equipe terceirizada está alocada, principalmente, nas áreas de manutenção industrial, alimentação, segurança patrimonial, segurança industrial, limpeza industrial e gerenciamento de resíduos e engenharia, entre outras.

No que tange a segurança, saúde ocupacional e meio ambiente, a planta, por se tratar de uma indústria petroquímica, gera seus impactos, negativos neste caso, relacionados sobretudo aos riscos de explosões, vazamentos e emissões atmosféricas. Para estas situações no âmbito potencial ou efetivo, existem documentos de Avaliação de Riscos do Trabalho – ART, e Fichas de Impactos Ambientais Significativos - FIAS, que apresentam para cada posição de trabalho os riscos ao trabalhador e os impactos ambientais potenciais e/ou efetivos das atividades, produtos e serviços da sua posição, respectivamente, além de todo um conjunto de procedimentos documentados e implementados através de seus Sistemas de Gestão. No que tange ao social, por se tratar de uma indústria que produz borracha sintética principalmente para os mercados de pneus, que ficam fora de nossa região, seus impactos positivos neste caso, estão associados mais fortemente a geração de impostos, sobretudo ICMS, com pouco reflexo na geração de empregos diretos, exceto nos momentos de ampliação o que ocorreu recentemente, o que é agravado pela baixa rotatividade de seu efetivo, uma das mais baixas do país.

O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) encontra-se inserido na Política de Gestão da unidade e tem como objetivo preservar a saúde e a integridade física dos colaboradores, através da identificação e controle dos riscos existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, levando-se sempre em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais, avaliar as atividades desenvolvidas pelos empregados no exercício de todas as suas funções e ou atividades, determinando se os mesmos estiveram expostos a agentes nocivos, com potencialidade de causar prejuízo à saúde ou a sua integridade física, em conformidade com os parâmetros estabelecidos na legislação previdenciária vigente e atender às obrigatoriedades legais previstas nas normas específicas (Ministério do Trabalho e Emprego – Portaria 3214/78).

Importante lembrar que o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) se baseia nas informações contidas no PPRA, como o reconhecimento e avaliação dos riscos que servirão para reavaliação e implementação das ações previstas no PCMSO. Todas as informações dos riscos ambientais são discutidas com o médico do trabalho, coordenador do PCMSO, a fim de otimizar o conjunto de exames e acompanhamentos necessários para a avaliação da saúde dos trabalhadores. Paralelamente, os principais desvios encontrados na primeira avaliação fornecerão indicações das prováveis áreas de risco. É por este motivo que deve existir uma interação muito grande entre os coordenadores do PPRA e do PCMSO, com uma constante troca de informações, preservando os preceitos da ética médica (Ministério do Trabalho e Emprego - Portaria 3214/78).

5.3 Identificação do Posto de Trabalho

O posto de trabalho em estudo está localizado no final da área de secagem, como pode ser evidenciado na Figura 5.2, e é considerado uma das sub-etapas do processo de acabamento do produto final, no qual o produto é enfardado em equipamento específico. O produto é enfardado de forma que atinja um peso médio específico de 31 Kg. Em seguida, é envolvido em filme de polietileno ou poliestireno, então é acondicionado em caixas que podem ser de papelão ou metálicas. Cada caixa suporta 36 fardos de borracha. A atividade em análise é responsável pela avaliação final dos fardos, a qual é feita visualmente, e acondicionamento dos mesmos nas caixas.

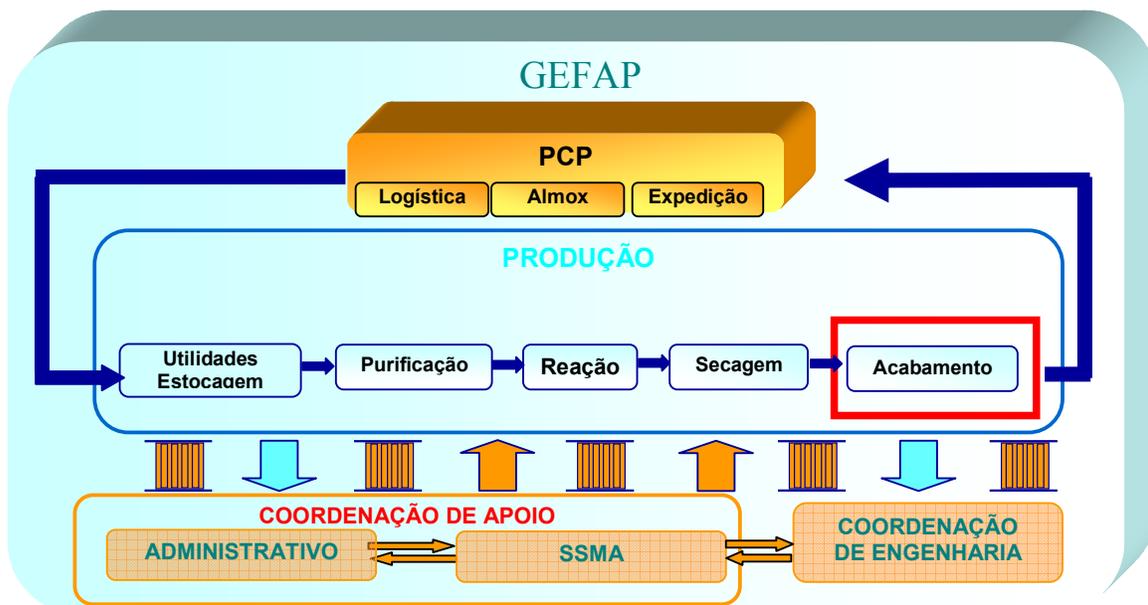


Figura 5.2 - Localização da área de estudo no fluxo macro do processo
Fonte: Empresa X (2008)

Como pode ser verificado acima, a área de acabamento é alimentada pela secagem. Ao chegar à área em estudo, o produto é embalado e por fim chega no posto de trabalho em análise. Este sofre interferência do planejamento de produção, do padrão da embalagem e do padrão de qualidade do produto e tem por objetivo encher as caixas com produto de qualidade, devidamente embalado e no tempo adequado, conforme figura 5.3.

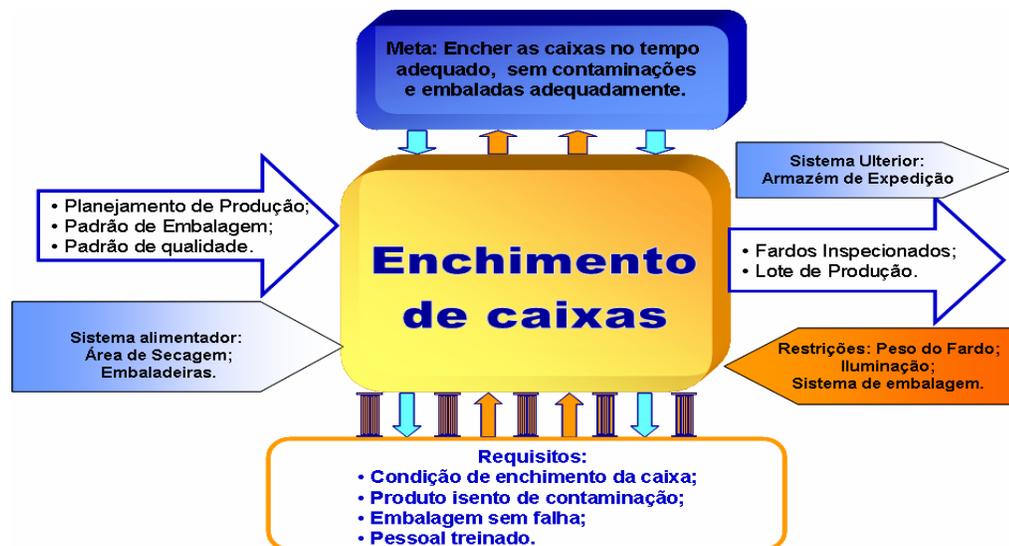


Figura 5.3 - Caracterização e posição serial do sistema
Fonte: Autor (2008)

A atividade de enchimento de caixas é realizada apenas por homens, divididos em cinco grupos, que se revezam em regime de turno. Cada grupo é composto por dois funcionários, chegando a um total de dez funcionários que executam o levantamento dos fardos de borracha. Os mesmos enfrentam uma jornada de trabalho de oito horas diárias com quarenta e cinco minutos de intervalo para almoço e toda atividade é realizada na posição de pé.

5.4 Problematização do Sistema Operacional

O sistema operacional estudado é um sistema antigo que além de exigir esforço físico, exige esforço cognitivo. Para a execução destas atividades os trabalhadores precisam se submeter aos horários de turnos e noturno, que muda o ciclo circadiano e diminui a tolerância aos agentes estressores que estão presentes neste ambiente. Podemos citar como agentes estressores relacionados ao ambiente como as chefias e as cobranças de produção. A remuneração desses trabalhadores muitas vezes não ultrapassa um salário mínimo (vigente no país e expresso em reais) o que na maioria das vezes se caracteriza em agentes estressores que são extrínsecos ao ambiente laborativo.

Na Foto 5.2 pode ser observado o operador inserido no posto de trabalho. Também pode-se observar o arranjo físico que não permite uma locomoção confortável por parte do funcionário. O mesmo limita muitos movimentos.



*Foto 5.2 - Arranjo físico do posto de trabalho
Fonte: Coleta in loco do autor*

A repetitividade da tarefa é um fator bastante relevante para o uso da equação do NIOSH. A Foto 5.3 procura representar esta repetitividade pertinente a execução da tarefa de enchimento de caixas, a qual exige uma taxa de repetitividade média de cinco levantamentos de fardos por minuto, índice este que vai impactar negativamente no LI da atividade.



*Foto 5.3 - Execução da tarefa
Fonte: Coleta in loco do autor*

Além do levantamento, a tarefa exige algumas posturas do trabalhador as quais também os expõem a riscos. A Foto 5.4 representa a inspeção visual que o operário realiza no fardo. Esta atividade exige uma postura que realizada repetitivamente ao longo da jornada de

trabalho pode causar dor na coluna cervical. Nesta imagem também pode ser verificado outro fator que vai implicar diretamente no cálculo da CLR, a distância horizontal H exigida é bastante elevada. Por fim, esta imagem evidencia outra questão que vai impactar na obtenção da CLR que é a assimetria do movimento, visto que as vértebras não foram feitas para suportar grandes torções, já que são de pouca mobilidade e este movimento gera uma força de cisalhamento nas mesmas.



Foto 5.4 - Execução da tarefa
Fonte: Coleta in loco do autor

A Foto 5.5 também evidencia os problemas relacionados à rotação do tronco e à distância horizontal H , que como dito anteriormente é bastante elevada e gera riscos ao trabalhador. Outro ponto relevante do ponto de vista ergonômico é a flexão do tronco para acompanhamento do produto até seu ponto de disposição.



Foto 5.5 - Execução da tarefa
Fonte: Coleta in loco do autor

Os movimentos de levantamento e transporte manual de pesos devem ser realizados com a carga próxima ao corpo e com os braços estendidos. Porém pode-se observar na Foto 5.6 que a altura da esteira não permite realizar o movimento da maneira menos prejudicial à saúde do operador. Outro ponto a ser observado é a distância vertical V bastante elevada. A atividade realizada deste modo causa dores na coluna, nos ombros e lesões inflamatórias no cotovelo (epicondilite).



Foto 5.6 - Execução da tarefa
Fonte: Coleta in loco do autor

Na Foto 5.7 estão evidenciados novamente a flexão e rotação do tronco para acompanhamento da carga ao local de armazenamento que, como dito anteriormente, é altamente prejudicial à saúde do trabalhador.



Foto 5.7 - Execução da tarefa
Fonte: Coleta in loco do autor

5.5 Aplicação da Equação do NIOSH

Os dados foram coletados através de observações feitas no ambiente de trabalho e estão compilados na Tabela 5.3. A análise do posto e a coleta de dados foram realizadas durante três semanas entre os meses de setembro e outubro.

Tabela 5.3 – Cálculo CLR e IL

LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	CLR	IL
31	0,543478	0,91	0,92	0,712	0,35	1	3,514966	
31	0,595238	0,907	0,92	0,712	0,35	1	3,837033	
31	0,543478	0,913	0,92	0,712	0,35	1	3,526554	
31	0,555556	0,907	0,92	0,712	0,35	1	3,581231	
31	0,581395	0,916	0,92	0,712	0,35	1	3,784989	
31	0,543478	0,922	0,92	0,712	0,35	1	3,561317	
31	0,609756	0,928	0,92	0,712	0,35	1	4,021626	
31	0,595238	0,922	0,92	0,712	0,35	1	3,90049	
31	0,568182	0,916	0,92	0,712	0,35	1	3,698966	
31	0,595238	0,91	0,92	0,712	0,35	1	3,849725	8,316143

Fonte: Autor (2008)

O índice obtido está 8,3 vezes acima do recomendado segundo a classificação dos riscos do NIOSH. Este nível de risco elevado acarretará em lesões e doenças para o trabalhador, ou seja, ela é uma atividade que não é recomendada do ponto de vista ergonômico. Esta análise não levou em consideração algumas das interferências do sistema, como iluminação e ruído, as quais podem ser observadas na Figura 5.4.

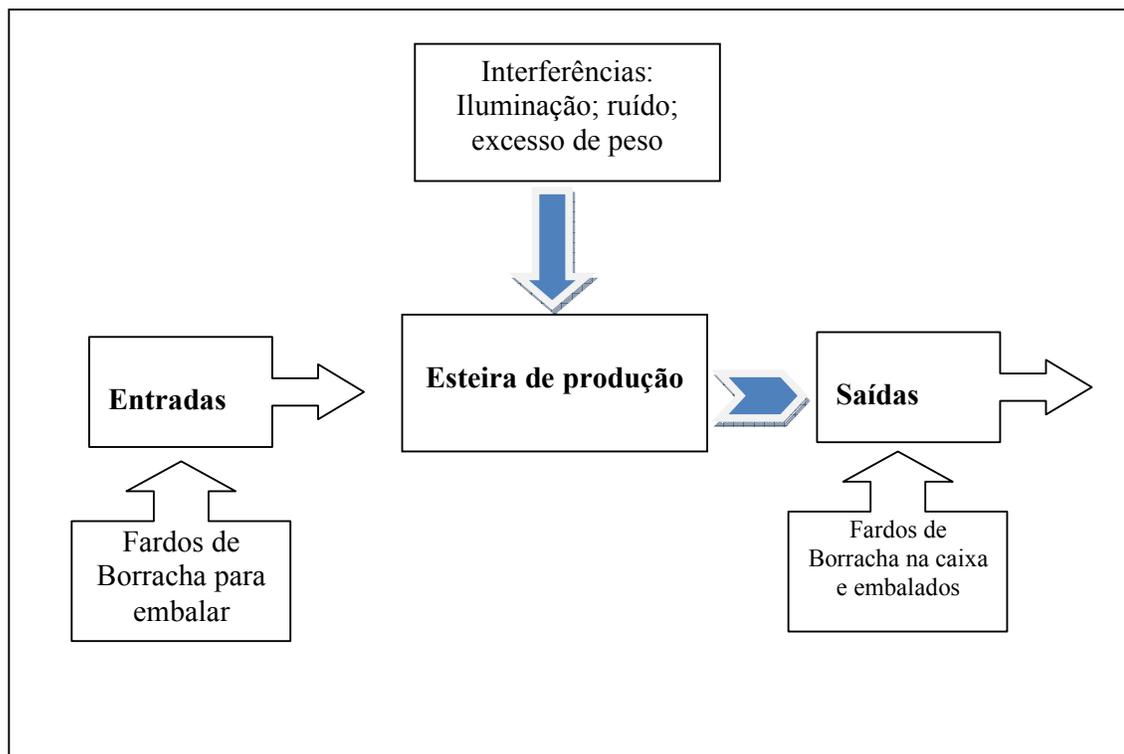


Figura 5.4 - Entradas, saídas e interferências do sistema

Fonte: Autor (2008)

Segundo Kroemer & Grandjean (2005), os projetos de estações de trabalho devem ser dimensionadas de acordo com as características psicofisiológicas do homem, sendo assim recomendam que os trabalhos sejam bem dimensionados, quer dizer 50 a 100 mm abaixo dos cotovelos. Pudemos observar no presente estudo que a esteira de produção necessita de improvisos, tendo em vista que o trabalhador precisa colocar um suporte para conseguir realizar seu trabalho com o mínimo de conforto. Outra problemática encontrada no posto de trabalho estudado é a realização dos trabalhos em turnos e noturno o que muda totalmente o ciclo circadiano do empregado, acarretando sérios danos ao seu controle biológico.

5.6 Diagnose Ergonômica

5.6.1 Avaliação do Posto de Trabalho pelos Trabalhadores

Durante a análise do posto de trabalho foram feitos alguns questionamentos aos executantes da atividade. Perguntas estas que envolviam assuntos relacionados ao conforto ambiental, cujo resultado pode ser observado na Figura 5.5, mas também relacionados à saúde do operador.

Com relação ao conforto ambiental, o principal problema apontado por eles foram a temperatura e o nível de ruído aos quais eles estão expostos.

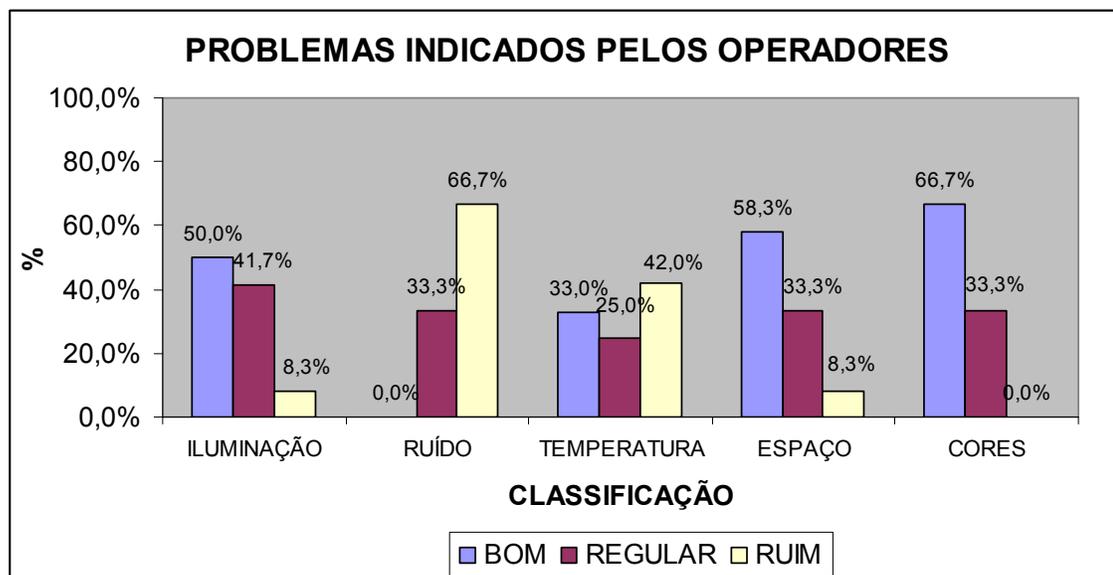


Figura 5.5 – Levantamento dos problemas indicados pelos operadores
Fonte: Autor (2008)

Com relação ao conforto ambiental, o principal problema apontado por eles foram a temperatura e o nível de ruído aos quais eles estão expostos.

Quando questionados com relação aos principais locais do seu corpo que mais sentiam incômodo, a maior parte deles indicaram as costas, fato que pode ser observado na Figura 5.6. Este tipo de problema é característico do levantamento e transporte manual de carga.

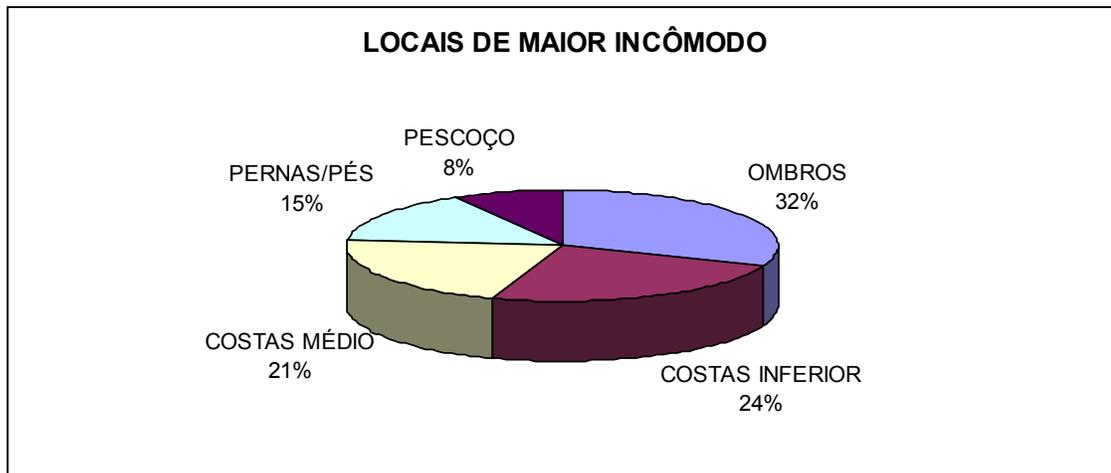


Figura 5.6 – Levantamento dos locais de maior incômodo indicados pelos operadores
Fonte: Autor (2008)

5.7 Recomendações para Intervenção

Após análise detalhada do posto de trabalho responsável pela embalagem do produto final e com base nos fundamentos da Ergonomia, serão expostas neste item sugestões de melhorias e modificações que tem como objetivos, proporcionar aos trabalhadores um ambiente de trabalho mais saudável, e procurando reduzir o LI que constatamos estar oito vezes acima do recomendado.

Os itens a seguir apresentam os pontos que necessitam de intervenção e as recomendações para melhorias dos mesmo.

a) Nível de Ruído

A principal queixa feita pelos funcionários com relação ao conforto ambiental foi o nível de ruído ao qual eles estão expostos. Apesar de trabalharem com protetor auricular, ainda sim os mesmos se sentem incomodados com o barulho pertinente ao local de trabalho. Para tentar diminuir este problema a sugestão seria a aplicação de um sistema de

enclausuramento dos equipamentos geradores de ruído os quais não estão inseridos na atividade analisada, mas sim pelas redondezas deste.

b) Temperatura

A elevada temperatura do local de trabalho também foi levantada como um fator negativo pelos funcionários. Uma mudança no layout que favoreça um melhor aproveitamento da ventilação natural é uma boa alternativa para resolução desta situação que incomoda os operadores.

Ao observar a Tabela 5.3, nota-se que a distância horizontal, a assimetria e a repetitividade pertinentes a atividade foram os principais impactantes do LI. Em busca de diminuir este índice, a implementação de algumas melhorias são essenciais.

c) Plataforma Fixa

A altura dos funcionários que trabalham neste sistema varia de 1,65 a 1,75 metros. Já a esteira é um sistema fixo que não se adéqua à altura dos funcionários. Isto gera um impacto na distância vertical V e impossibilita manter a carga próxima ao corpo e os braços estirados. Como dito anteriormente, o não atendimento destas recomendações causam dores nos ombros, inflamações nos cotovelos e dores na coluna. A solução para este problema seria a implantação de plataformas de altura regulável que ajustasse a altura de cada operador às esteiras do sistema de enchimento de caixas.

d) Posturas Inadequadas

Os funcionários que estão inseridos no posto de enchimento de caixas executam a atividade da forma que lhes é mais conveniente e sem respeitar as recomendações para execução do tipo de tarefa que realizam. Com o objetivo de educá-los quanto a estas recomendações é necessário realizar treinamentos focados nas recomendações para movimentação manual de cargas. No cenário atual, eles não utilizam grande parte das orientações que possibilitariam uma redução do risco associado à tarefa realizada por eles.

e) Baixo índice de participação na Ginástica Laboral

Muitos dos funcionários não dão importância à ginástica laboral. Um trabalho que fortaleça a ginástica laboral deve ser desenvolvido, de forma que os operadores se conscientizem da importância destes exercícios para a prevenção dos problemas associados à execução da tarefa deles.

f) Ausência de Períodos de Descanso

Durante toda a jornada de trabalho os operadores apenas param para o almoço o qual possui um intervalo de quarenta e cinco minutos. Contudo, segundo Couto (1995) *apud* Merino (1996), “estudos revelam que esforços intensos, porém de curta duração, acompanhados de pausa de duração equivalente, beneficiam a capacidade do organismo manter aquele trabalho durante tempo maior”. Ou seja, é necessário fazer um estudo para verificar a quantidade necessária de pausas e suas durações, as quais irão beneficiar a saúde dos trabalhadores e a eficácia da atividade.

g) Qualidade da Pega

As dimensões dos fardos de borracha não permitem uma pega boa. Durante a análise da atividade de enchimento de caixas, a pega pertinente a mesma foi classificada como razoável o que ainda confere alguns riscos ao trabalhador. Uma boa alternativa para eliminar este risco é a implementação do uso de alças para manuseio do fardo.

h) Layout Inadequado

- Implantar sistema robotizado de enchimento de caixas nos mesmos moldes da unidade de Duque de Caxias-RJ;

O lay-out atual estimula o desenvolvimento do levantamento com rotação do tronco. Por outro lado, o lay-out sugerido vem com a proposta de eliminar esta rotação aplicando a técnica de movimentação de cargas ilustrada na Figura 3.2, na qual os pés se mantêm formando um ângulo de 90° no início do levantamento. O lay-out atual e o proposto estão ilustrados na Figura 5.7.

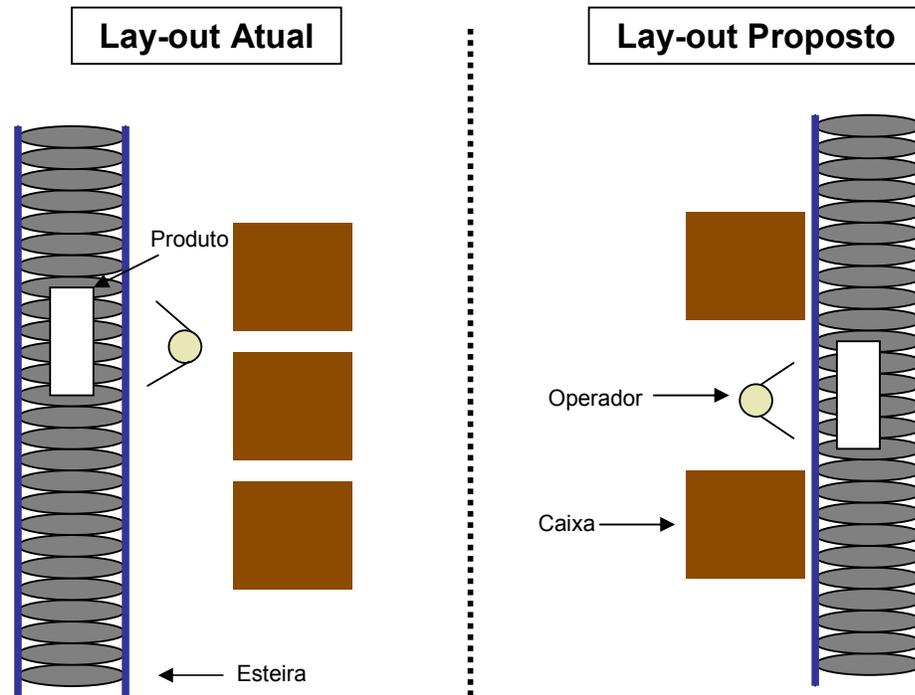


Figura 5.7 – Lay-out atual e proposto
Fonte: Autor (2008)

i) Levantamento Manual de Cargas

Ao longo do trabalho foram citados algumas vezes os impactos que este tipo de atividade geram no homem. Por isso, sugere-se a eliminação do levantamento manual o qual pode ser realizado através de um sistema pneumático de levantamento e transporte de fardos existente na fábrica em estudo, o qual está em desuso atualmente. Recomenda-se a recuperação deste sistema e posterior implementação do mesmo nos outros postos de enchimento de caixas, visto que este sistema desativado apenas existe em um posto.

Entretanto, o sistema pneumático ainda requer um nível de repetitividade muito alto de algumas manobras. Para eliminar por completo estes riscos associados à tarefa se recomenda a implantação de um sistema robotizado de enchimento de caixas.

6 CONCLUSÃO

A movimentação manual de cargas é uma atividade considerada inaceitável para ergonomia. Entretanto, apesar da crescente mecanização nas indústrias, esta é ainda uma atividade bastante corriqueira. Esta mesma mecanização é a solução para acabar com os problemas causados pelo tipo de atividade em questão, apesar daquela gerar outro tipo de impacto, o social com a diminuição dos postos de trabalho.

Os efeitos da elevação manual de cargas podem ser minimizados se observadas as recomendações para uma execução adequada como a utilização da força das pernas e do abdômen, não rotacionar o tronco, entre outros, os quais já foram citados no corpo deste trabalho. Os métodos de análise, a exemplo o do NIOSH, também auxiliam nesta redução uma vez que identifica os pontos que contribuem para o aumento do índice de levantamento. deste modo proporcionando a ação ergonômica na causa raiz do problema.

A aplicação da equação do NIOSH no posto de trabalho da fábrica de borracha apontou como principais problemas o grau de repetitividade de levantamento e a distância horizontal entre a carga e o tronco. O ângulo de assimetria também foi outro fator que impactou negativamente na avaliação da tarefa.

Entretanto este método não é capaz de identificar em ordem os fatores que precisam de uma intervenção mais urgente. Para isto, pode-se implementar o método *Manual Assessment Chart* (MAC) que tem como exigência uma pré-análise com base na equação do NIOSH. O método apresenta um guia de avaliação e um fluxograma para avaliar o grau de risco de cada fator da equação do NIOSH, como repetitividade, peso da carga, assimetria, entre outros. A cada nível de risco está associada uma cor, que ajuda a identificar os fatores que requerem maior atenção. Por sua vez, cada cor corresponde a uma pontuação que é inserida numa folha de pontuação. A partir desta se obtém uma classificação que ajuda a definir os elementos que precisam de intervenção urgente e verificar a eficácia das possíveis melhorias (AREZES et al, 2008).

A atividade de levantamento de cargas realizada no posto de trabalho em análise também pode ser avaliada através de outros métodos existentes, como o método KIM, o Guia de MMH, os métodos de Grieco e algumas outras tabelas. O método do NIOSH também pode ser aplicado a outras atividades que envolvam levantamento de cargas como o carregamento da embaladeira com rolos de filme na empresa X, ou para outros setores da economia que não seja a indústria petroquímica, desde que sejam respeitados os limites do método.

Levando em consideração o índice de levantamento encontrado para a tarefa, pôde-se concluir que esse tipo de atividade gera riscos para a integridade da coluna vertebral, podendo levar o empregado a ficar incapacitado temporariamente para as suas atividades laborativas e de vida diária. Por isso recomenda-se para este tipo de atividade, a mudança para uma tecnologia mais avançada, a mecanização da tarefa. Porém, por ser uma alternativa que demanda investimento, outras recomendações foram elaboradas, como a mudança do lay-out, para diminuir este índice de levantamento.

O desenvolvimento deste trabalho me proporcionou maior contato com uma ciência pouco explorada ao longo da graduação, a qual é de suma importância para a qualidade de vida dos usuários dos diversos postos de trabalho existentes. Também desenvolveu em mim uma maior capacidade de interpretação de dados e análise crítica com um foco diferente da minha área de atuação. Outra característica importante foi poder aliar a teoria à prática onde pude observar o quanto uma engrandece a outra, como a junção das duas é importante para o desenvolvimento do aprendizado. Concluo então que esta foi uma experiência muito importante para o meu desenvolvimento como profissional de Engenharia de Produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERGO (2000) – *A definição Brasileira da Ergonomia* - Contribuição para a definição Internacional de Ergonomia. Report 2000 to IEA Council, Brazilian Ergonomics Association, Rio de Janeiro & San Diego.

ABERGO. Disponível em: < <http://www.abergo.org.br> > Acesso em: 02 de setembro de 2008

AREZES, P. M.; COLIM, A. S.; MIGUEL, A. S. *Estudo sobre a Aplicação de Metodologias Quantitativas de Análise de Risco na Manipulação Manual de Cargas*. Disponível em: < <http://paginas.fe.up.pt/clme/2008/PROCEEDINGS/PDF/11A001.pdf> > Acesso em: 01 de novembro de 2008.

BARBOSA, L. G. *Fisioterapia Preventiva nos Distúrbios Osteomusculares relacionados ao Trabalho* – DORTs. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2002.

BARBOSA, L. G. O programa de ergonomia da PETROBRAS-SEACE para os edifícios sede e horta Barbosa. Rio de Janeiro, 1999. (Mestrado – COPPE/UFRJ)

Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em: < <http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/legis/CLT/INDICE.html> > Acesso em: 31 de outubro de 2008.

Dr. Antônio Vital Sampol. Disponível em: < <http://www.vitalsampol.com.br/Artigos/Artigo31-40/artigo39/39.html> > Acesso em: 18 de outubro de 2008.

Ergonomia. Disponível em: < <http://www.pucrs.br/disciplinas/feffd/sonia/Atividade%20F%EDsica%20na%20Empresa/7%BA%20-%20Ergonomia%20conceitos.ppt#257,2,Slide> > Acesso em: 02 de setembro de 2008.

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

KNOPLICH, J. *Enfermidades da Coluna Vertebral* – uma visão clínica e fisioterápica. 3.ed. São Paulo, Robe Editorial, 2003.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia* – adaptando o trabalho ao homem. 5.ed. São Paulo, Bookman, 2005.

LAVILLE, A. *Ergonomia*. São Paulo, EPU, 1977.

MERINO, E. A. D. Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador. Florianópolis, 1996. 128p. (Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina)

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO; *Norma Regulamentadora nº 7* – Programa de controle médico de saúde ocupacional. Brasília.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO; *Norma Regulamentadora nº 17* – Ergonomia. Brasília.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – *Portaria 3.214/78*. Disponível em: < http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/orgaos/MTE/Portaria/P3214_78.html > Acesso em: 27 de setembro de 2008.

Organização Internacional do Trabalho. Disponível em: < <http://www.oitbrasil.org.br/> > Acesso em: 27 de outubro de 2008.

PELLENZ, C. C. O. Indicadores de levantamento de carga e parâmetros mecânicos da coluna vertebral. Curitiba, 2005. 130p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná)

Professora Thais Maria Yomoto Ferauche. Disponível em: < http://professorathaisergo.blogspot.com/2007_04_01_archive.html > Acesso em: 20 de setembro de 2008.

TEIXEIRA, E. R. Sistematização de procedimentos necessários à aplicação da ELN: estudo descritivo da relação entre o IL da equação revisada do NIOSH e a incidência de lombalgia numa amostra de trabalhadores. Curitiba, 2004. 239p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná)

Transporte Manual de Cargas. Disponível em: <
<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/ergo2.htm> > Acesso em: 18 de outubro de 2008.

VERDUSSEN, R. *Ergonomia – a racionalização humanizada do trabalho.* Rio de Janeiro, Livros técnicos e científicos, 1978.

VIDAL, M. C. R. *Ergonomia na Empresa – útil, prática e aplicada.* 2.ed. Rio de Janeiro, Virtual Científica, 2002.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON V.; GARG A. *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation.* Ohio, National Institute for Occupational Safety and Health, 1994.

WISNER, A. *Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica.* Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo, FTD, Oboré, 1987.