

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**EMERSON DA SILVA MOREIRA**

**A EQUAÇÃO DE LEVANTAMENTO NIOSH E  
AS MELHORIAS ERGONÔMICAS**

**TAUBATÉ - SP**  
**2017**

**EMERSON DA SILVA MOREIRA**

**A EQUAÇÃO DE LEVANTAMENTO NIOSH E  
AS MELHORIAS ERGONÔMICAS**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Mestrado Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté.

**Área de Concentração:** *Produção Mecânica.*

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes

**TAUBATÉ - SP  
2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas – UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

Moreira, Emerson da Silva

M838e A equação do levantamento NIOSH e as melhores  
ergonômicas. / Emerson da Silva Moreira - 2017.

96f. : il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional em  
Engenharia Mecânica na área de Produção Mecânica) –  
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
Mecânica, 201

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo do Patrocínio  
Nunes, Departamento de Engenharia Mecânica.

**EMERSON DA SILVA MOREIRA**

# **A EQUAÇÃO DE LEVANTAMENTO NIOSH E AS MELHORIAS ERGONÔMICAS**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Mestrado Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia da Universidade de Taubaté.

**Área de Concentração:** *Produção Mecânica.*

Data:\_\_\_\_\_.

Resultado:\_\_\_\_\_

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes      Universidade de Taubaté

Assinatura\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Ederaldo Godoy Junior

Universidade de Taubaté

Assinatura\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Francisco Antônio Lotufo

Universidade Estadual Paulista

Assinatura\_\_\_\_\_

Dedico a todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente para a elaboração e construção deste objetivo pessoal, agradeço a todos os questionamentos e a ajuda com a explanação de experiências, onde pude criar uma linha de estudo para definição, elaboração e conclusão este projeto.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre ao meu lado, nas minhas frustrações, tristezas e alegrias, sendo o principal pilar para as minhas conquistas.

Agradeço a minha família que sempre esteve ao meu lado para enfrentar este desafio e alcançar o meu maior objetivo.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes, pela orientação, disposição, tornando-se um grande mentor.

Eu sei que meu trabalho é uma gota no Oceano, mas sem ele o Oceano será menor.

**Madre Teresa de Calcutá**

## RESUMO

A equação de Levantamento do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), foi desenvolvida para identificar se uma atividade de levantamento e movimentação de cargas pode gerar riscos a coluna do trabalhador. Este trabalho tem por objetivo, apresentar um estudo de caso, onde a utilização desta equação em uma empresa pode gerar melhor conforto na movimentação de cargas proporcionando melhorias produtivas sem prejuízo da saúde do trabalhador, sendo este, realizado em uma indústria alimentícia situada na região do Vale do Paraíba. O presente trabalho visa apresentar a empresários e estudantes a viabilidade desta equação, de fácil compreensão e de geração de potenciais ganhos de produtividade, tanto diretamente, melhorando a produção, como indiretamente, reduzindo a possibilidade de lesões, afastamentos e doenças ocupacionais. A metodologia adotada baseia-se em pesquisas bibliográficas que envolvem o estado da arte no tocante a relação da ergonomia com a produtividade e também a sua forma prática por meio de um estudo de caso. Ao término serão apresentados os resultados, ao qual se verificou que com melhorias ergonômicas simples no posto de trabalho, identificadas pela equação, proporcionou ganhos expressivos de produtividade. Vale ressaltar que este trabalho procura apontar caminhos para que as empresas possam identificar e desta forma melhorar as condições de trabalho, adequando os postos de trabalhos as atividades desenvolvidas. Foi concluído que, por meio dessa equação, o posto de trabalho pode ser melhor dimensionado e distribuído, visando a democratização, de forma que tanto mulheres, quanto jovens possam atuar sem risco de doenças ocupacionais. Experimentalmente foi observado também que, quando se operou por um longo período, em certas posições lombares com carga inferiores a 20 kg, o esqueleto feminino apresentou um melhor rendimento e redução considerável de lesões, quando comparado aos civis sem preparo físico em certos movimentos repetitivos.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Equação *NIOSH*; Doenças Ocupacionais.



## ABSTRACT

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Survey equation was developed to identify whether a lifting and moving activity can create a lesion in a worker's spine. This work aims to present a case study, where the use of this equation in a company can generate better comfort in the movement of loads, providing productive improvements without affecting the health of the worker, which is carried out in a food industry located in the region of Vale do Paraiba. The present work aims to present to entrepreneurs and students the feasibility of this equation, easy to understand and generate potential productivity gains, both directly, improving production, and indirectly, reducing the possibility of occupational injuries, removal and occupational diseases. The methodology adopted is based on bibliographical research involving the state of the art regarding the relationship between ergonomics and productivity and also its practical form through a case study. At the end, the results will be presented, which showed that with simple ergonomic improvements at the workplace, identified by the equation, provided significant productivity gains. It is worth mentioning that this work seeks to point out ways so that companies can identify and in this way improve the working conditions, adapting the workstations the activities developed. It was concluded that by means of this equation the work position can be better scaled and distributed, aiming at democratization, so that both women and young people can act without risk of occupational diseases. Experimentally, it was also observed that when operated for a long period, in certain lumbar positions with a load lower than 20 kg, the female skeleton presented a better performance and a considerable reduction of injuries, when compared to civilians without physical training in certain repetitive movements.

**Key words:** Ergonomics; *NIOSH Equation*; Occupational Diseases.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	-	Associação Brasileira de Ergonomia
ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AET	-	Análise Ergonômica do Trabalho
ANSI	-	<i>American National Standards Institute</i>
BSI	-	<i>British Standards Institution</i>
CAT	-	Comunicado de Acidente de Trabalho
CEE	-	Comissão de Estudos Especiais
CEN	-	Comite Européen de Normalization
CID	-	Código Internacional de Doenças
CLT	-	Consolidação das Leis do Trabalho
DORT	-	Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho
IEA	-	<i>International Ergonomic Association</i>
IL	-	Índice de Levantamento
INSS	-	Instituto Nacional do Seguro Social
ISO	-	<i>International Standardization Organization</i>
LER	-	Lesão por Esforço Repetitivo
MTB	-	Ministério do Trabalho
NBR	-	Norma Brasileira Regulamentar
NIOSH	-	National Institute for Occupational Safety and Helth
NR	-	Norma Regulamentadora
OIT	-	Organização Internacional de Trabalho
OMS	-	Organização Mundial da Saúde

## LISTA DE FIGURAS

1 Homem vitruviano .....	4
2 Características da pá.....	7
3 Relação entre ergonomia e produtividade .....	11
4 Referências dos sistemas de ligação do corpo humano .....	18
5 Ossos do corpo humano (Frontal)... ..	19
6 Osso do corpo humano (Posterior). .....	20
7 Posições do centro de gravidade da cabeça .....	21
8 Momento das forças sobre a coluna vertebral em pé.....	23
9 Momento das forças sobre a coluna vertebral sentado .....	23
10(a) Momento posição correta.....	24
10(b) Momento posição incorreta.....	24
11 Momento das forças sentado .....	24
12 Compressão abdominal.....	24
13 Levantamento simétrico da carga .....	25
14 Levantamento assimétrico da carga .....	25
15 Coluna vertebral .....	26
16 Modelo de risco de retitividade associada a postura e ao movimento.....	31
17 Escoliose, cifose e lordose.....	32
18 Lombalgia.....	33
19 Hérnia de disco .....	33
20 Diagrama e equação ligando os diferentes fatores de risco.....	39
21 Diagrama de dores .....	41
22 Questionário nórdico.....	43
23 Diferenças das proporções corporais.....	46
24 Relação entre tipos de intervenção ergonômica e percentual de eficácia.....	52
25 Desdobramento da análise ergonomica do trabalho .....	53
26 Tipos de manejo.....	56
27 Postura correta e incorreta para levantar carga.....	58
28 Posto em pé e sentado.....	59
29 Área ideal de trabalho.....	61
30 Alcance maximo para as mãos .....	61
31 Efeito da tensão nas costas .....	66

32	Movimentação do tronco .....	67
33	Fórmula NIOSH .....	69
34	Tipos de pega.....	71
35	Postura incorreta .....	76
36	Movimentação da caixa, origem para o destino .....	77
37(a)	Valores frequência de levantamento .....	80
37(b)	Fator distância horizontal.....	80
37(c)	Fator de rotação da carga .....	80
37(d)	Fator altura vertical.....	80
37(e)	Fator distância vertical percorrida .....	80
37(f)	fator de qualidade da pega da carga .....	80
38	Redução de movimento .....	84
39	LPR na origem (média) .....	87
40	IL na origem (média) .....	87
41	Evolução do LPR no destino (média).....	88
42	Evolução dos IL no destino .....	88
43	Evolução do LPR (porcentagem) origem .....	89
44	Evolução do IL (porcentagem) origem .....	89
45	Evolução do LPR (porcentagem) destino .....	90
46	Evolução do IL (porcentagem) destino .....	90

## LISTA DE TABELA

1 Óbito por acidentes do trabalho no Brasil ...	17
2 Distribuição percentual da massa nos segmentos corporais.....	21
3 Distribuição das partes do corpo em porcentagem.....	27
4 Posturas inadequadas e os riscos de dores.....	28
5 Repetitividade considerada por parte do corpo .....	30
6 Fatores de riscos de LER/DORT ...	38
7 Principais fatores que contribuem aos transtornos locomotores .....	39
8 Posturas de trabalho, vantagens e desvantagens.....	49
9 Comparação da fórmula NIOSH de 1981 e a revisada de 1991 .....	65
10 Frequência de carga/min.....	70
11 Tipos de pega.....	70
12 Diferenças na posição que influenciam sobre o LPR .....	71
13 Riscos de lesão .....	72
14 LPR e IL para atividade inicial de origem.....	79
15 LPR e IL para atividade inicial destino .....	81
16 LPR e IL para a segunda atividade origem.....	82
17 LPR e IL para a segunda atividade destino .....	83
18 Resultado terceira experiência de movimentação na origem .....	85
19 Resultado terceira experiência de movimentação no destino.....	85

## LISTA DE VARIÁVEIS

CM	-	Centro de Massa
EGC	-	Eixo Gravitacional do Corpo
FAV	-	Fator da Altura Vertical
FDH	-	Fator de Distância Horizontal
FDVP	-	Fator de Distância Vertical Percorrida
FFL	-	Fator de Frequência de Levantamento
Fm	-	Fator Momento das forças
FQPC	-	Fator de Qualidade de Pega da Carga
FRLT	-	Fator de Rotação Lateral do Tronco
kg	-	Quilogramas
LPR	-	Limite de Peso Recomendado
N	-	Newton
PA	-	Ponto de Apoio
PC	-	Peso da Carga
PM	-	Ponto Mastigatório

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo .....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Estrutura do trabalho .....	3
2 HISTÓRIA DA ERGONOMIA .....	4
2.1 Informações estatísticas.....	16
2.2 O Corpo humano .....	18
2.2.1 A Coluna vertebral.....	22
2.2.2 Movimentos da coluna vertebral .....	26
2.2.3 Postura .....	26
2.3 Lesão do esforço repetitivo (LER) / Doença osteomuscular relacionada ao trabalho (DORT).....	35
2.3.1 Diagrama das áreas dolorosas.....	42
2.3.2 Questionário nórdico.....	42
2.3.3 Absenteísmo e afastamento .....	44
2.3.4 Antropometria.....	44
2.3.5 Biomecânica .....	46
2.3.6 Biomecânica ocupacional .....	47
2.3.7 Trabalho muscular .....	48
2.4 Posto de trabalho .....	50
2.4.1 Análise ergonômica do trabalho (AET).....	52
2.4.2 Dimensionamento do posto de trabalho .....	54
2.4.3 Levantamentos de cargas.....	54
2.5 Ferramentas ergonômicas .....	63
2.5.1 A equação NIOSH.....	64
2.6 Normas e legislação.....	72
2.6.1 Documentos complementares.....	72
3 METODOLOGIA.....	75
3.1 Aplicação da metodologia NIOSH.....	75
3.2 Análise dos dados .....	82
3.3 Análise de outras melhorias .....	82

4 RESULTADOS .....	86
4.1 Evolução na origem .....	86
4.2 Evolução no destino .....	86
4.3 Melhorias em termos percentuais .....	89
5 CONCLUSÃO .....	86
6 REFERÊNCIAS .....	91



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem um dos maiores índices de acidentes do mundo, segundo estatísticas de acidentes de trabalho publicadas pelo Anuário Brasileiro de acidente para o ano de 2013, no qual ocorreram 717.911 acidentes, registrados pela previdência social, ou seja, apenas aqueles acidentes de trabalho ocorridos com pessoas no ambiente de trabalho e devidamente registrado, sendo verificado um grande número de acidente, apresentados da seguinte forma: acidente com vítima, ocorreu aproximadamente 1 (um) a cada 1 minuto (um minuto) e um acidente com morte a cada 3 horas, segundo proteção (2016). Visando reduzir este índice, a portaria 3.214, de 8 de junho de 1978, aprovou as Normas Reguladoras (NR), com base no capítulo V, título II, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), relativas à segurança e medicina do trabalho, nas quais foram criadas 28 Normas, atualmente com a verificação de necessidades específicas de segurança. Este número se encontra em 36 NR's, servindo como direcional para as empresas que procuram realizar melhorias e, desta forma, mitigar e, se possível, eliminar acidentes nas empresas.

A evolução da humanidade sempre esteve muito próxima do desenvolvimento de produtos e processos, visando reduzir os movimentos do trabalhador e obter ganhos produtivos. Cada vez mais é verificada a importância da ergonomia, com base em estudos da fisiologia e dos impactos das atividades realizadas para o corpo humano. O trabalho apresenta uma ferramenta de avaliação de levantamento de cargas, denominado de equação de levantamento do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), que foi concebida para avaliar a demanda física das tarefas de levantamento manual de cargas e para estimar o risco de lesões por sobrecarga, onde determina o limite de peso recomendado (LPR) e o índice de levantamento (IL), que apresenta o peso máximo a ser manipulado pelo trabalhador, de acordo com a sua movimentação no posto de trabalho e o grau de risco de que a atividade venha acarretar lesões na coluna do operador. Com a aplicação desta equação e seguindo as orientações conforme os resultados nela obtidos, pode se reduzir possíveis afastamentos de trabalhadores por motivo de lesões ocasionadas pela postura inadequada adotada na execução de determinadas atividades. Concluindo, será apresentada uma atividade de movimentação de cargas em uma indústria com produção contínua, sendo abordada a situação atual do trabalho, por meio de análises, apresentando sugestões para melhorias no posto de trabalho, melhoras nas

condições ergonômicas e adaptações a situação do trabalhador, saindo da condição de um alto risco de lesão e chegando a uma condição mínima de lesão na coluna.

### **1.1 Objetivo**

Apresentar análise ergonômica do trabalho visando melhorias produtivas, redução do absenteísmo e afastamento dos trabalhadores. Esta ferramenta de avaliação ergonômica é pouco conhecida e utilizada no Brasil, porém pode proporcionar aos operadores a realização dos seus trabalhos com menores riscos de obterem doenças ocupacionais relativas às movimentações inadequadas no posto de trabalho.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Identificar a estrutura músculo esquelético do ser humano e as possíveis doenças ocupacionais provocadas por movimentação inadequada.

Apresentar um histórico da evolução da ergonomia até os tempos atuais.

Verificar por meio de uma análise ergonômica do trabalho como deve ser os postos de trabalho com menos risco de problemas relativos à lombalgia.

Apresentar e demonstrar, por meio de software em Excel que pode ser encontrado na internet ou pode ser elaborado por qualquer pessoa que saiba utilizar o programa.

Mensurar os resultados, por meio de um estudo de caso.

### **1.3 Justificativa**

Durante todo o desenvolvimento da Humanidade as pessoas apresentaram inovações que facilitaram o trabalho, desde ferramentas de caça até o desenvolvimento de novas armas. O estudo da ergonomia sempre esteve presente. Muitas atividades de trabalho são realizadas gerando prejuízos à estrutura músculo esqueléticos do trabalhador. De acordo com estudos, entre 70% a 80% da população têm algum tipo de problema gerado principalmente na coluna e membros, causados no desempenho de sua atividade laboral. A equação de levantamento do instituto NIOSH é uma ferramenta de auxílio na análise ergonômica.

A realização desta pesquisa se justifica, pois tem como objetivo apresentar a importância do estudo da ergonomia, dos impactos das atividades no corpo humano, e por fim, demonstrar de forma clara uma ferramenta que pode identificar esses impactos e sugerir melhorias, sem prejudicar o fluxo de trabalho e o trabalhador.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

O trabalho inicia-se no capítulo 1 com uma pequena introdução, apresentando o objetivo geral e específico, além da justificativa e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 aborda a história da ergonomia e a sua evolução, posteriormente apresenta algumas evoluções produtivas, assim como o taylorismo e as definições sobre ergonomia, sua abrangência, os objetivos e as suas classificações. Formalizando a pesquisa, são apresentadas informações estatísticas sobre acidentes de trabalho ocorridos no Brasil. Complementando o assunto sobre ergonomia, é apresentado o corpo humano, com ênfase na postura óssea, abordando a coluna vertebral, posturas, repetitividade, assim como os problemas posturais e formas de prevenção à lombalgia. A postura inadequada nos postos de trabalho pode causar lesões do esforço repetitivo, e outras doenças relacionadas ao trabalho, identificadas como LER/DORT. As formas de prevenção desses problemas, os assuntos antropométricos, biomecânicos e a biomecânica ocupacional e o trabalho muscular, além dos postos de trabalho, as ferramentas ergonômicas, as normas e legislações sobre o assunto também serão abordados.

O capítulo 3 aborda a metodologia utilizada na realização do trabalho, os recursos utilizados e a forma como foi feito o estudo de caso.

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos primeiramente na forma como a atividade era executada para ser a base inicial dos estudos, após foi realizado mudanças no seu processo de movimentação e apresenta as evoluções obtidas através de melhorias no posto de trabalho.

O capítulo 5 aborda a conclusão do trabalho, onde demonstra que a equação aplicação, analisa a posturas de trabalho, tornando este, apto para trabalhadores sem restrições, podendo ser executado, tanto por homens, jovens e mulheres, evitando riscos de lesão e contribuindo tanto para o próprio trabalhador, quanto ao empregador e aos órgãos governamentais, pois com a prevenção a lesão e afastamento do trabalhador torna-se mais controlado.

O capítulo 6 apresenta os livros e referências utilizados para fomentar toda a estrutura de trabalho.

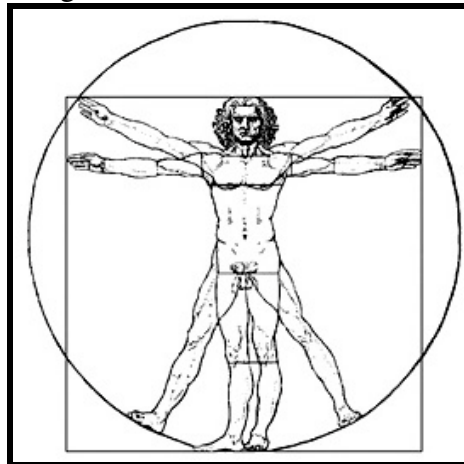
## 2 HISTÓRIA DA ERGONOMIA

Os primeiros estudos relativos à ergonomia foram realizados pelo filósofo Xenofonte, entre 427 a 355 A.C. e serviram de base para a divisão de trabalho dos operadores, desta forma cada trabalhador efetua apenas uma operação para a fabricação de coturnos para a armada grega (SILVA; PASCHOARELLI, 2010).

Algumas ferramentas de trabalho manual de empunhadura, como as foices, demonstram a preocupação em adequar a forma da pega às características da mão humana, proporcionando mais conforto durante sua utilização (SILVA, 2010).

No século XV, Leonardo da Vinci desenha o Homem Vitruviano, conforme Figura 1, descrevendo uma figura masculina desnuda em duas posições sobreposta. Ele estudou as dimensões e os movimentos dos segmentos corporais, sendo este o marco da antropometria e da biomecânica. (PAULA, *et. al*, 2010).

Figura 1: Homem Vitruviano,



Fonte: Paula, *et. al*, 2010

Por volta do ano de 1700, o médico italiano Bernardino Ramazzini, considerado o pai da medicina do trabalho, foi um dos primeiros a escrever sobre doenças e lesões ocupacionais relacionadas ao trabalho, em seu livro denominado “*De Morbis Artificum Diatriba*”, traduzido no Brasil como, “As Doenças dos Trabalhadores”, onde são relatadas 54 (Cinquenta e quatro) doenças ocupacionais, com base nas condições de trabalho ao qual o trabalhador é submetido, sendo estas atividades as mais diversas, explicando a relação entre trabalho / ambiente / doença, demonstrada desde a doença dos mineiros, passando para a dos pintores, atletas, militares, entre

outras. Este trabalho contribuiu com as mais diversas áreas da medicina, dentre as quais pode-se citar: a oncologia, a oftalmologia, a pneumologia, a ortopedia. Cerca de 50% das dermatoses ocupacionais reconhecidas, foram identificadas por Ramazzini, mas seu trabalho foi censurado no momento que foi visitar seus pacientes nos locais de trabalho para identificar as reais causas de suas doenças (Ramazzini, 2016).

A percepção de que certas profissões podem produzir doenças ocupacionais não é recente, após a verificação destas doenças Ramazzini concluiu que o trabalho em condições climáticas adversas e em ambientes mal ventilados podiam e ainda podem originar doenças ocupacionais, situações estas que ainda persistem nos dias atuais.

O engenheiro civil hispano-francês Bernard Forest Bélidor (1698 – 1761) foi um dos primeiros a medir a carga do trabalho físico diário nos locais de trabalho, com base nestas medições, verificou-se que uma carga elevada de trabalho acarreta esgotamentos físicos, causando doenças ao trabalhador e assim, constatou a necessidade de uma melhor organização das tarefas, elevação nos rendimentos do trabalhador, obtendo ganhos produtivos e uma maior eficiência nos trabalhos produtivos, promovendo uma maior interação entre o homem e as máquinas, de modo que os instrumentos de trabalho facilitem o carregamento de peso (PAULA, *et al*, 2010).

No início do século XX, os conhecimentos de psicologia de Lilian Moller Gilbreth (1878 – 1972) e de engenharia civil de Frank Bunker Gilbreth (1869 – 1924) se completavam, desta forma, desenvolveram idéias para melhorar a ergonomia e a padronização de trabalho, por meio de estudos de movimentos no local de trabalho, eles desenvolveram um andaime que podia ser rapidamente montado e aumentado, reduzindo tarefas desnecessárias e cansativas de abaixar para apanhar o tijolo. Suas invenções são utilizadas, inclusive fora da indústria como nos nossos lares, facilitando a vida das pessoas, podemos citar: o pedal para abertura de latas de lixo, o abridor de latas elétrico, o porta ovos, a bandeja para manteiga em refrigeradores e a mangueira de descarga para águas residuais nas máquinas de lavar (PAULA, *et al*, 2010).

Moreira (2008) relata que a revolução industrial entre os séculos XVIII e XIX transformou o mundo, marcando o início da produção industrial moderna, isso levou à utilização intensiva de máquinas, à criação de fábricas, à luta dos trabalhadores contra as condições desumanas de trabalho, às transformações urbanas e rurais, enfim, o começo de uma nova etapa na civilização.

Conforme Lida (2005), Frederick Wislow Taylor (1856–1915), desenvolveu um conceito denominado “Administração Científica”, com ênfase nas tarefas, ele considerava que todo o trabalho poderia ser cientificamente estabelecido, de modo correto, com tempos de trabalho previamente determinados, usando ferramentas adequadas, havendo uma divisão de trabalho e responsabilidades para que cada um dos trabalhadores pudesse se concentrar única e exclusivamente na execução da atividade produtiva de forma clara, visando à produtividade com qualidade e principalmente com segurança e sem riscos a saúde do trabalhador.

Para Dennis (2008), Taylor criou as bases da produção em massa, aplicando princípios científicos à manufatura. Por meio de técnicas sobre estudos de tempo e movimento, determinou a melhor forma de fazer o trabalho, com tarefas repetitivas e com ciclos rápidos para a mão de obra. O taylorismo pode ser considerado negativo para alguns, sendo referência para trabalho duro e desumanizador, porém trouxe muitas inovações tais como:

Trabalho padronizado: Melhora e facilita o modo de realizar o trabalho;

Tempo de ciclo reduzido: Tempo que um determinado processo leva para ser feito;

Estudo de tempo e movimento: Desempenho de trabalho padronizado;

Medição e análise para melhoria: Identificar, atuar e obter melhorias.

Toledo (2007) exemplifica os conhecimentos científicos de Taylor demonstrando a aplicação de seus conhecimentos científicos aplicado em 1898 na *Bethlehem Steel Works*, que empregava entre 400 a 600 empregados, cujas tarefas eram descarregar vagões utilizando uma pá. Cada operário tinha a sua própria pá e não utilizava a pá disponibilizada pela empresa.

Após medições e análise, Taylor identificou que os funcionários levantavam cargas que variavam entre 1,5 e 17 kg por pá, assim iniciou estudo para determinar qual seria a carga ideal para a pá. Em seguida cortou as extremidades da pá para que não fosse possível apanhar uma quantidade tão grande de carga e anotou as toneladas manipuladas.

Os resultados deste estudo mostraram que um homem poderia manipular uma pá carregada com 9,75 kg em média. Foram disponibilizadas pás aos funcionários de acordo com o material a ser manipulado, pá pequena para cargas pesadas e grandes para cargas leves, porém, todas com a capacidade máxima de 9,75 kg.

O próximo passo foi a instalação de uma sala de ferramentas e a compra de pás especiais que eram fornecidas aos funcionários, quando necessitavam, além da implantação de um departamento de planejamento que determinava antecipadamente o trabalho a ser realizado por grupos, passou a ser medido o desempenho individual, pagando uma bonificação de 60%

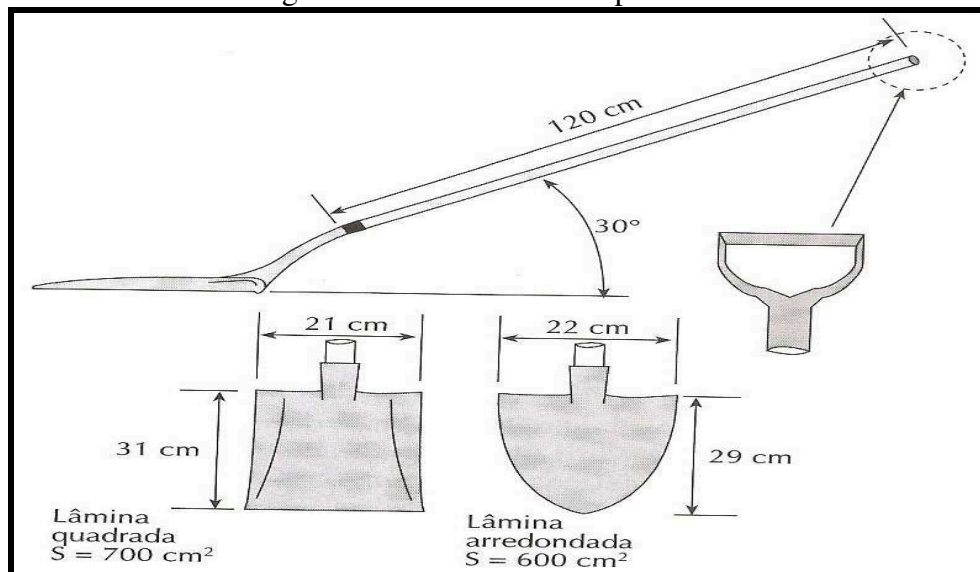
acima do salário para quem atingisse a meta estabelecida e os que não atingir, seria deslocado um instrutor, para ensinar-lhe a realizar o trabalho de forma correta.

Após 3 (três) anos o mesmo trabalho passou a ser realizado por 140 trabalhadores ao invés dos 400 a 600 trabalhadores anteriores. Após pagar as despesas de implantação, em 6 meses, obteve-se uma economia de cerca de 40 mil dólares.

Ainda segundo Lida (2005), Taylor afirma que com base na experiência acima fica comprovado que os trabalhos devem ser controlados e padronizados, tendo como foco a produtividade, isto se confirma no exemplo do trabalho de carregamento com uma pá, onde estuda e determina o tamanho da pá para cada tipo de material a ser usado, de modo que nada fosse deixado ao livre arbítrio do trabalhador, implantando um padrão ao qual deveria ser seguido por todos, sendo referência para melhorias ergonômicas, gerando ganhos produtivos.

A Figura 2 mostra o desenho e as dimensões características da pá. A lâmina quadrada é recomendada para material solto e a lâmina arredondada, para escavar.

Figura 2: Características da pá



Fonte: Freivalds, 1986, apud Lida, 2005

Pinheiro & França (2006), também comentam que o taylorismo defendia que todo trabalho deveria ser analisado com critérios e métodos corretos de execução para cada atividade, com tempo determinado e principalmente utilizando ferramentas adequadas para cada atividade, caso necessário, criar e adaptar ferramentas para cada atividade específica, desta forma ser monitorado quanto à produtividade e ao melhor desempenho do trabalho.

As idéias de Taylor rapidamente se difundiram nos Estados Unidos, na década de 1920, os estudos das atividades produtivas já eram difundidos em todos os cursos relativos às áreas produtivas, criando condições favoráveis a estudos relacionados à cronometragem e à ergonomia, melhorando as condições de trabalho, contribuindo para a grande hegemonia da indústria norte americana na produção em massa de bens de consumo (TOLEDO, 2007).

Quando surgiram, as idéias de Taylor houve grande resistência a aceitação por parte dos trabalhadores. O trabalhador sentia-se oprimido, partindo do nível de resistência individual, chegando a movimentos coletivos e sindicais, fato este que surgiu devido a formas erradas de estabelecimentos de padrões, sendo implantado de forma unilateral, sem a participação dos trabalhadores que consideravam estes tempos padrões completamente irreais, sem o menor respeito às diferenças individuais ou disposições momentâneas de trabalho (LIDA, 2005).

Após quase um século, ocorreram muitas transformações, os trabalhadores são mais organizados e entendem as necessidades das empresas, como a empresa entende as necessidades dos trabalhadores relativas a melhorias que contribuam para um trabalho mais seguro e visando eliminar os riscos relativos ao trabalho (LIDA, 2005).

As ideias do taylorismo não surgiram de um escritório ou de um ilusionista, mas dentro das fábricas, originárias de observações empíricas do trabalho baseado em conhecimentos científicos, relacionados com a fisiologia do trabalho, acumulando conhecimentos sobre a natureza do trabalho humano (LIDA, 2005).

No Brasil uma série de fatores ligados a projetos de máquinas, equipamentos e ao ambiente físico (iluminação, temperatura, ruído, vibrações), além de outros pontos foram levados em consideração para a elaboração da Portaria nº 3214, de 8/06/1978, sendo criada as (NR's) normas regulamentadoras no Brasil com o propósito de servir como base para as indústrias e criar para os trabalhadores brasileiros um direcional a melhoria das condições de trabalho, gerando forte influência sobre o desenvolvimento do trabalho humano e desta forma evitar e/ou eliminar condições que venham a resultar acidente de trabalho ou doenças ocupacionais. Atualmente o Brasil conta com 36 normas regulamentares, pois os acidentes não acontecem simplesmente ao acaso, mas são consequências de diversos fatores pré-existentes, cuja observância cabe a cada um dos envolvidos, que a todo o momento trabalhe de forma segura tanto para si, quanto para as pessoas que estão ao seu redor (LIDA, 2005).

Mesmo com os ganhos obtidos pela metodologia, houve certa resistência a aceitação da cronometragem, pois os trabalhadores acreditavam que isto os oprimia. O problema se agravou,



pois esta metodologia foi implantada de forma errônea, sendo imposta e não discutida com os trabalhadores, assim os mesmos sentiram-se desinteressados e desobrigados moralmente a seguir os padrões impostos. Atualmente muitas mudanças foram realizadas, no modo de implanta-las, os diálogos tornaram-se mais frequentes e assim os operadores perceberam que estas mudanças seriam benéficas para eles e desta forma, ocorreram adaptações as ideias originais de Taylor (LIDA, 2005).

Sabe-se que a baixa produtividade não está ligada à vadiagem (dos trabalhadores) e os acidentes de trabalho a negligência. Como atribuiu Taylor. Muitos dos fatores ligados a projetos de máquinas e equipamentos, ambiente de trabalho, ambiente físico e os acidentes não acontecem de forma simples, mas devido a diversos fatores pré-existentes (LIDA, 2005)

O Polonês W. Jastrzebowski utilizou em 1857, pela 1ª vez o termo ergonomia, com a publicação de um artigo intitulado “Ensaio da ergonomia ou ciência do trabalho baseado nas leis objetivas da ciência da natureza” (NETO, 2010).

Ergonomia representa a forma como deve ser o trabalho para que não ocorra nenhuma lesão ao operador. A ergonomia é derivada das palavras gregas, onde *ergo* significa (trabalho) e *nomos* (regra), nos Estados Unidos também tem o sinônimo de *human factors* (fatores humanos) (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

O termo ergonomia foi evidenciada durante a II Guerra Mundial, onde muitos dos acidentes dos combatentes não ocorreram em combate, mas por fadiga ou por equipamentos militares complexos (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Estudos realizados por uma equipe multidisciplinar, formada por médicos, psicólogos, engenheiros, entre outros, obtiveram resultados expressivos e rapidamente aproveitados pela indústria no pós-guerra. (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

O objetivo da ergonomia é a melhoria do desempenho do sistema produtivo, com foco na redução da fadiga, estresse, erros e acidente, proporcionando aos trabalhadores maior sensação de segurança, satisfação e saúde durante sua atividade de trabalho (LIDA, 2005).

Os ganhos foram grandes, sendo criadas associações de pesquisa sobre ergonomia. Temos a Associação Internacional de Ergonomia (IEA) que representa associações de ergonomia de 40 países diferentes, em 1983 foi criada a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que define a ergonomia como o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, com o objetivo de proporcionar intervenções e projetos que procurem melhorar, de forma clara e não-dissociativa, a segurança, o conforto, o bem-estar

e a eficácia das atividades humanas, ABERGO (2009), e também é filiada a IEA, que conceitua a ergonomia como sendo a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema e a profissão que procura aplicar a teoria, os princípios, os dados e os métodos com base em projetos que visem aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas. Também foi elaborada a NR 17 (norma regulamentadora N<sup>o</sup> 17), que trata única e exclusivamente de assuntos relacionados à ergonomia, a qual pode-se dizer que é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, tendo como ponto principal o objetivo de melhorar a segurança, eficiência no trabalho, saúde e conforto do trabalhador, definindo projetos e situações diárias do operador e assim identificar, estudar e procurar reduzir ou eliminar condições que possam expor o operador a condições insalubres, inseguras que possam causar desconforto, limitações físicas e psicológicas ao homem (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Trabalho físico pesado, posturas incorretas, pouco treinamento ou treinamento inadequado, trabalho noturno, repetitivo, excessivo, mobiliário mal projetado, ambiente de trabalho desconfortável (seco, frio, quente, pouco iluminado, barulhento, apertado), dentre outros são fatores que influenciam nos riscos ergonômicos (MARTINS NETO, 2010).

A ergonomia abrange um campo cada vez maior, obtendo as seguintes abrangências e contribuições:

- Posto de trabalho: Abordagem micro ergonômica;
- Sistema de produção: Abordagem macro ergonômica;
- Concepção: Normas e especificações de projeto;
- Correção: Modificações de situações existentes;
- Arranjo físico: Melhoria de sequência de arranjo físico;
- Conscientização: Capacitação em ergonomia.

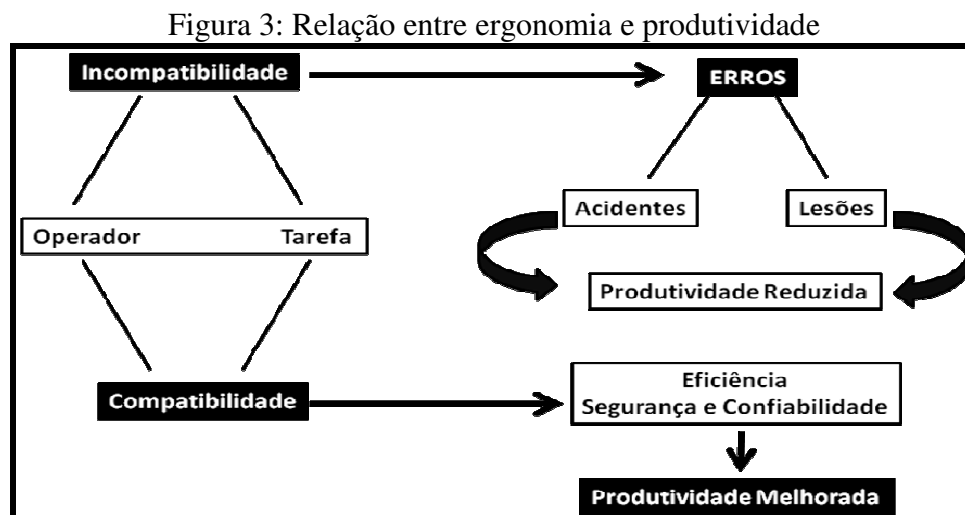
A efetividade da ergonomia consiste em transformações positivas no ambiente de trabalho, mas a elaboração e preparação de um diagnóstico tornam-se irrelevantes se não criarem mudanças positivas, a intervenção ergonômica objetiva modificar a situação de trabalho para torna-lá mais adequada as pessoas que a operam (AGAHNEJAD; LEITE; OLIVEIRA, 2014).

A análise ergonômica é condição obrigatória para as empresas, porém por falta de uma fiscalização efetiva por parte do Ministério do Trabalho um número imenso de trabalhadores acaba adoecendo e como se não bastasse isso, ainda existe o descaso, onde muitas vezes estes

são humilhados em função das condições, lesões físicas, gerando efeitos cognitivos emocionais que são lentamente agredidos, causando feridas silenciosas, tornando a cura, quase impossível.

O ser humano tem grande capacidade de adaptar-se às condições de exposições que são impostas, mesmo realizando o trabalho nestas condições, há perdas na produtividade e a sua saúde pode ser severamente prejudicada. Quando o trabalhador sente que está adoecendo, ele aguenta a dor, esconde dos colegas, mas não consegue esconder o desgaste físico e quando não consegue dar conta das tarefas exigidas, começa a ser advertido pela baixa produtividade, podendo inclusive ser desligado do quadro de funcionários da empresa.

A Figura 3 apresenta a relação entre a ergonomia e a produtividade e a influência que exerce sobre uma organização.



Fonte: Nunes, 2002 apud Freitas, 2014

Segundo Dul & Weerdmeester, (2014) a ergonomia muitas vezes é vista pelos gestores como uma disciplina orientada única e exclusivamente para as pessoas, tanto no âmbito de segurança e de saúde, como para as respectivas legislações que venham a beneficiar o trabalhador, não englobando as melhorias realizadas para o desempenho organizacional. Estas idéias distorcidas, muitas vezes são vistas erroneamente como uma trava para a produtividade, sendo necessária uma mudança na percepção das pessoas para que seja diretamente ligada à conjunção dos fatores humanos com a maximização da produtividade das organizações.

A *International Ergonomic Association* (2016) descreve a ergonomia como sendo uma ciência com o objetivo de projetar objetos, sistemas e ambientes para utilização humana, sendo assim, uma disciplina científica que se ocupa de compreender as relações interativas entre o

homem e outros elementos do sistema, com base em obter dados e métodos para projetar e aperfeiçoar o bem estar e o desempenho global do sistema.

Devido ao amplo plano de trabalho da ergonomia a IEA (2016) definiu três critérios de especialização da Ergonomia, sendo classificados da seguinte forma:

**Ergonomia física:** Relacionado à anatomia humana, como a antropometria, fisiologia e biomecânica com relação as atividades físicas envolvendo a anatomia. Comporta aspectos como a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, além das LER/DORT.

**Ergonomia cognitiva:** Relacionado a processos mentais, que envolvem a percepção, memória, raciocínio e resposta motora. Abrange aspectos como a carga mental de trabalho, tomadas de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, estresse, dentre outros.

**Ergonomia organizacional:** Relacionado à otimização de sistemas sócio-técnicos, onde incluem as estruturas organizacionais, políticas e processos de trabalho. A esta classificação da ergonomia também estão relacionados: as comunicações, os projetos de trabalho, os trabalhos em grupo e a gestão participativa, entre outros.

Com base na classificação, Lida (2005), complementa a afirmação explicando que a ergonomia abrange vários aspectos do trabalho, envolvendo sistemas homem-máquina, e apresenta elementos importantes que merecem ser analisados para a melhoria das condições de trabalho, sendo elas:

O Ambiente físico: Temperatura, ruído, vibrações, luz, cores, gases, entre outros.

Organização: Horários, turnos, equipes de trabalho, entre outros.

Informação: Comunicação entre os elementos do sistema;

O Homem: Características físicas, fisiológicas, sociais e psicológicas, ligados a idades, sexo, treinamento e motivação.

Para Machado (2013) vários são os objetivos da ergonomia, onde “ergo” é uma palavra de origem grega e significa trabalho, desta forma a ergonomia não é um fim, mas um meio, que deve ser visto, para o bem estar do trabalhador, assim, vários são os objetivos da ergonomia, ao qual podemos destacar:

Redução nos índices de acidentes; o custo referente à incapacidade dos trabalhadores reduz sensivelmente; melhoria nos níveis de produção; melhoria na qualidade do trabalho; redução do absenteísmo; cumprimento das normas regulamentadoras; redução de perdas de matéria-prima.

A ergonomia pode ser um fator principal para a solução de inúmeros problemas, como: problemas sociais com relação a saúde, segurança e conforto no cumprimento das tarefas, além da eficiência no trabalho. Pode-se afirmar que muitos acidentes têm como referência o relacionamento inadequado entre os operadores, seus equipamentos e suas tarefas, desta forma podemos perceber o caráter preventivo e corretivo da ergonomia (MACHADO, 2013).

Ainda segundo Machado (2013) existem algumas vantagens ao se investir em programas relacionados à ergonomia:

Para os funcionários: Redução no desconforto físico e da fadiga, reduzindo a irritabilidade do trabalhador; redução dos gastos energéticos, proporcionando uma redução do estresse ocupacional; maior equilíbrio emocional; redução de doenças; melhor qualidade de vida e em consequência uma maior eficiência do trabalho.

Para a empresa: Redução nos gastos com assistência médica devido a doenças ocupacionais; redução no número de acidentes e absenteísmo; maior proteção legal contra possíveis ações judiciais, melhoria na qualidade e produtividade; melhora no ambiente de trabalho e na imagem da empresa.

Com base na ergonomia uma empresa pode conseguir a participação de todos os envolvidos de forma direta nos processos de melhoria e todos acabam se beneficiando. Quando a empresa define como objetivo ações ergonômicas, ela passa a considerar os custos gerados nos processos de melhoria dos sistemas e condições de trabalho como investimentos em otimização de recursos produtivos e não mais como meras despesas (MACHADO, 2013).

Machado (2013) também comenta que quando a empresa começa a perceber uma queda na produção, provocada por doenças ocupacionais que tenham relação com a ergonomia, ela, contrata uma consultoria que começa a atuar de forma pontual nos locais que foram detectadas as ocorrências mencionadas, desta forma não idealizam uma política de atuação, as ações são apenas isoladas, conseqüentemente não ocorre um acompanhamento das ações, provocando falta de aprendizado e de históricos para situações posteriores.

Para Lida (2005) a ergonomia centra-se na interação do ser humano com os sistemas de trabalho e em diversos fatores que produzem uma influência sobre essas interações, procurando uma eficiência na redução da fadiga, estresse, erros e acidentes, segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores, sendo apontados quatro objetivos principais:

**Saúde:** É mantida quando a exigência do trabalho e do seu ambiente não ultrapasse as limitações energéticas e cognitivas, evitando situações de estresse, riscos de acidentes e doenças ocupacionais;

**Segurança:** É obtida por meio de projetos bem elaborados dos postos de trabalho, ambiente e organização do trabalho, que atendam as capacidades e limitações do trabalhador.

**Satisfação:** É o resultado do atendimento das necessidades e as expectativas do trabalhador, porém, pode variar conforme a cultura e diferenças individuais, necessidades e expectativas de cada um. Trabalhadores satisfeitos provocam um comportamento mais seguro, além de serem mais produtivos que aqueles insatisfeitos;

**Eficiência:** São consequências de um bom planejamento na organização do trabalho, proporcionando saúde, segurança e satisfação ao trabalhador, este item deve ser colocado dentro de certos limites, pois pode prejudicar a garantia dos três objetivos iniciais, pois o aumento indiscriminado da eficiência pode implicar em prejuízos à saúde e à segurança do trabalhador.

Além das classificações de especializações da ergonomia, como, ergonomia física, cognitiva e organizacional, existem muitos outros critérios que também podem dividir a ergonomia. Pereira (2012) demonstra outras possíveis classificações como: ergonomia industrial, hospitalar, escolar, dos transportes, do trabalho, do trabalho informatizado dentre outros, ou seja, são específicas a uma determinada situação.

Na atuação da ergonomia, a separação é feita em duas categorias: a ergonomia do produto e a da produção. Desta forma, Pereira (2012) define que a ergonomia de produção deve ser direcionada ao estudo das condições de trabalho e à adaptação dessas condições às características dos trabalhadores, observando-se suas limitações em situações físicas e ambientais. A ergonomia de produto é pautada nas escolhas estratégicas do desenvolvimento de um produto, desde o projeto, o processo de produção, a comercialização, a utilização, acabando na sua reciclagem.

Outro critério para definir a ergonomia está na ocasião da intervenção, a definição proposta por (Wisner, 1987; *apud*. Lida 2005), que considera quatro categorias, sendo:

**Ergonomia de concepção:** Esta ergonomia ocorre na contribuição ergonômica durante o projeto do produto, máquina, ambiente ou sistema. O determinante para tomadas de decisão está na comparação com situações já existentes ou a simulação a partir de protótipos ou até mesmo recorrendo a modelos virtuais, podendo ser realizado a um baixo custo.

**Ergonomia de correção:** Esta situação é aplicada a situações reais, ou seja, já existentes, com a finalidade de resolver problemas que refletem na segurança, fadiga excessiva, doença do trabalhador, quantidade e qualidade da produção. Neste ponto os custos associados a correção podem ser elevados, porém é muito eficaz quando se trata de melhorias mais simples.

**Ergonomia de conscientização:** Trata-se da procura da capacitação dos trabalhadores para que eles próprios possam identificar e realizar correções dos problemas do dia a dia. Estes problemas podem surgir devido a desgastes naturais das máquinas, equipamentos e mudança realizada pela manutenção. Desta forma é muito importante que os próprios trabalhadores estejam aptos a identificar e corrigir os problemas que venham a surgir.

**Ergonomia de participação:** Nesta fase tenta-se envolver o próprio usuário do sistema na solução dos problemas, utilizando o conhecimento prático dos operadores. Esta é a maior diferença com relação à ergonomia de conscientização, ou seja, na conscientização procura manter o trabalhador informado, enquanto a participação envolve o trabalhador na solução de problemas e procura reciclar os conhecimentos necessários.

Conforme Pereira (2012), a história também pode classificar a ergonomia de acordo com alguns períodos que resultaram na evolução humana, sendo possível classificar a ergonomia em antropométrica ou gestual, informacional, do sistema, preventivista ou heurística, conforme descrito abaixo:

**Ergonomia antropométrica ou gestual:** Utilizada no século XX, tendo como referência as críticas ao modelo de produção aplicado por Taylor, conhecido com “*one Best way*”, contrários ao trabalho muito rígido, tendo como principal preocupação neste momento o estudo dos gestos e das posturas adotadas pelos trabalhadores no cumprimento de suas atividades profissionais. Como naquela época o trabalho era principalmente físico, a fadiga foi um grande objeto de estudo procurando soluções que respeitassem as características biopsíquicas dos trabalhadores, procurando adequar os postos de trabalho aos dados biomecânicos e antropométricos dos trabalhadores e a adequação das condições ambientais as tarefas executadas e ao ritmo de produção;

**Ergonomia informal:** Sua utilização se solidificou no período da segunda guerra mundial, na necessidade de melhorar a visualização e ajustes nos painéis de controle dos aviões, pois neste período havia grande preocupação em criar dispositivos de sinalizações e/ou comando para facilitar e agilizar a transmissão de informação aos trabalhadores. Nessa fase a

ergonomia deixa de ser meramente biomecânica, fisiológica e antropométrica, passando a ter uma preocupação cognitiva do ser humano;

Ergonomia dos sistemas: Ocorreu nos anos 60 quando foram verificadas ações reducionistas, pois considerava o trabalhador isoladamente, não mais valorizando o processo global ao qual ele fazia parte, aumentando desta forma a complexidade dos sistemas produtivos.

Ergonomia prevencionista ou heurística: Seu desenvolvimento ocorreu a partir dos anos 70 procurando estudar as regras da atividade mental durante o trabalho, preocupando-se, essencialmente de forma prevencionista, em antecipar acontecimentos e prever alterações que possam ocorrer no sistema. A ergonomia prevencionista é uma das grandes contribuições da ergonomia, ou até mesmo a mais importante, pois ela considera que o ambiente de trabalho, máquinas e os postos de trabalho devem ser adaptados as características dos seres humanos e não o contrário.

A Organização Internacional de Normalização ISO (*International organization for Standardization*) possui em torno de 170 normas técnicas a respeito de Ergonomia e está subdividida em quatro subcomitês, sendo:

Princípios ergonômicos gerais; antropometria e biomecânica; ergonomia da interação homem-sistema; ergonomia do ambiente físico (ruído, vibração e iluminação).

Estes subcomitês mostram a preocupação de órgãos internacionais com relação ao conforto, segurança e desempenho eficiente de acordo com a inserção do homem ao meio onde ele esta atuando tanto pessoal como profissionalmente (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

## **2.1 Informações estatísticas**

As empresas brasileiras vêm identificando que a saúde dos colaboradores é um fator decisivo para a melhoria efetiva da produtividade. A má condição de trabalho e a má qualidade de vida são pontos que devem ser analisados cuidadosa e constantemente, pois podem contribuir significativamente para o surgimento de doenças ocupacionais pelo colaborador. A Tabela 1 apresenta os óbitos por acidentes do trabalho no Brasil.

O Ministério do trabalho, por meio da “estratégia nacional para redução de acidentes”, no período entre 2015 e 2016, obtém e disponibiliza dados relativos a acidentes com mortalidade, possibilitando um comparativo como os Estados Unidos, onde em 2013 houve



uma taxa de 3,2 acidentes fatais por 100.000 trabalhadores, enquanto, no Brasil houve, com taxa de 6,53 por 100.000.

Tabela 1: Óbitos por acidentes do trabalho no Brasil

ANO	ÓBITOS
2003	2.968
2004	2.674
2005	2.839
2006	2.798
2007	2.845
2008	2.817
2009	2.560
2010	2.753
2011	2.938
2012	2.768
2013	2.797

Fonte: Brasil, 2015

Segundo Brasil (2015) a Organização Internacional do Trabalho estima que no mundo morram a cada ano 2,34 milhões de pessoas, por acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, aproximadamente 2 milhões dessas mortes seriam causadas por incidências de doenças. Ainda segundo Brasil (2015) no ano de 2013 foi notificado 717.911 acidentes e doenças ocupacionais, dos quais, 432.254 acidentes típicos e apenas 15.226 registros de doenças ocupacionais, os demais ficam anotados em acidentes de trajeto e acidentes sem a emissão da comunicação de acidente do trabalho (CAT).

A condição de segurança no trabalho no Brasil é um ponto ao qual se deve atentar, pois neste período de 2013, devido a acidentes de trabalho, ocorreu cerca de 1 morte a cada 3 horas motivada pelo risco decorrente dos fatores ambientais do trabalho e ainda cerca de 80 acidentes e doenças do trabalho reconhecidas a cada 1 hora na jornada diária, neste período foram relatados, em média, cerca de 49 trabalhadores/dia que não retornaram ao trabalho devido à invalidez ou morte (BRASIL, Previdência, 2014).

A dor na região lombar atualmente é a principal causa de afastamento das atividades profissionais por um período longo (acima de 15 dias), para os períodos curtos é a segunda causa de afastamento. Cerca de 70% a 80% das pessoas apresentam algum tipo de dor lombar durante a vida causada por atividades de levantamento manual de cargas. Ocupa o topo do *ranking* dos problemas de saúde gerado no emprego nos países industrializados, contribuindo

entre 20% a 30% de todos os afastamentos do trabalho por doenças e representando 50% do total de custos diretos referentes a afastamentos (TEIXEIRA, 2011).

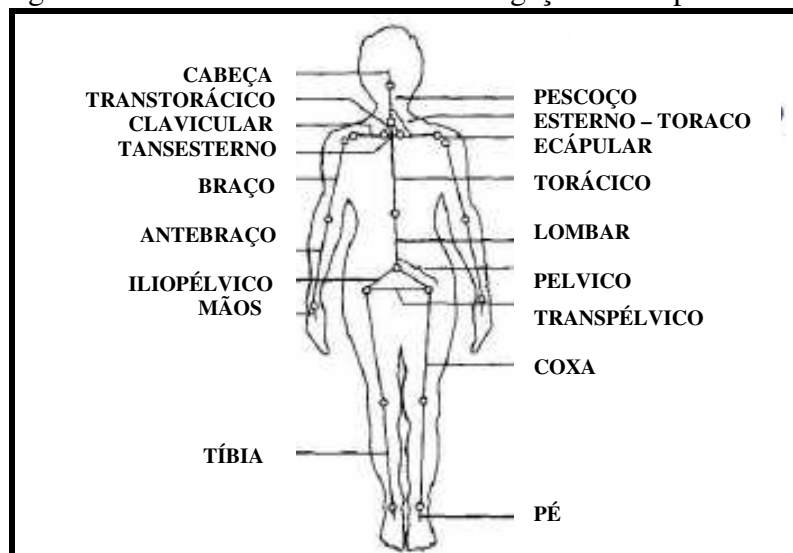
O manuseio e levantamento de cargas são responsáveis por grande parte dos traumas musculares entre os trabalhadores. Os problemas musculares representam aproximadamente 60% dos problemas referentes ao levantamento de cargas e 20% puxando ou empurrando (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

De acordo com Espanha (2007) na União Européia no ano de 1999, o custo estimado com os problemas de saúde relacionados ao trabalho devido a transtornos musculoesqueléticos oscilava entre 0,5% e 2% do PIB.

## 2.2 O corpo humano

A Figura 4 apresenta os pontos de referência para os sistemas de ligação dos sistemas corporais e as Figura 5 e 6 ilustram os ossos do corpo humano na parte frontal e posterior, assim como os seus respectivos nomes.

Figura 4: Referências dos sistemas de ligação do corpo humano

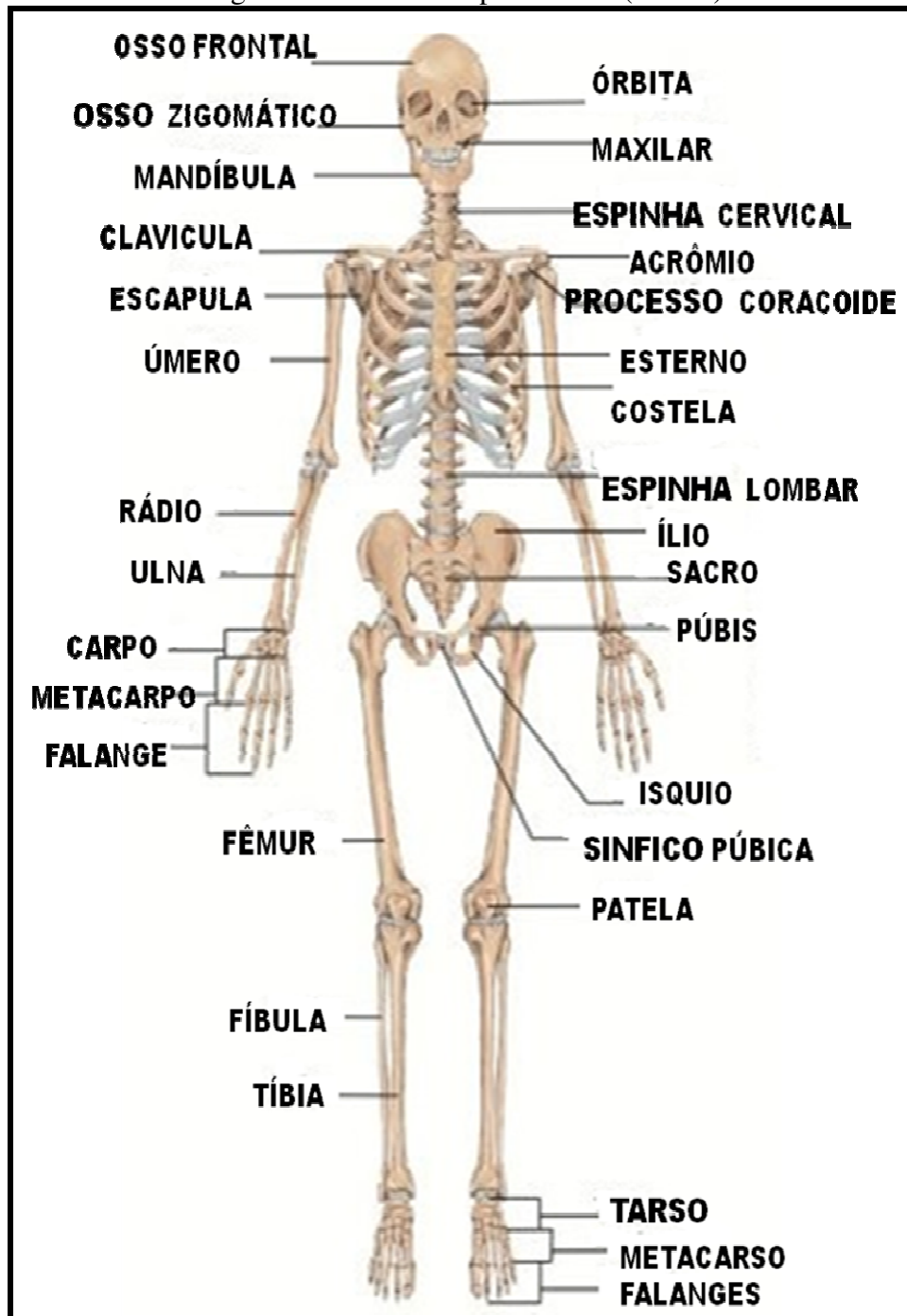


Fonte: Lida 2005

O corpo humano, dependendo da postura necessária para a realização de uma determinada atividade, gasta níveis diferentes de energia, desta forma deve-se sempre considerar a possibilidade de alterações das posições de trabalho, dados antropométricos que

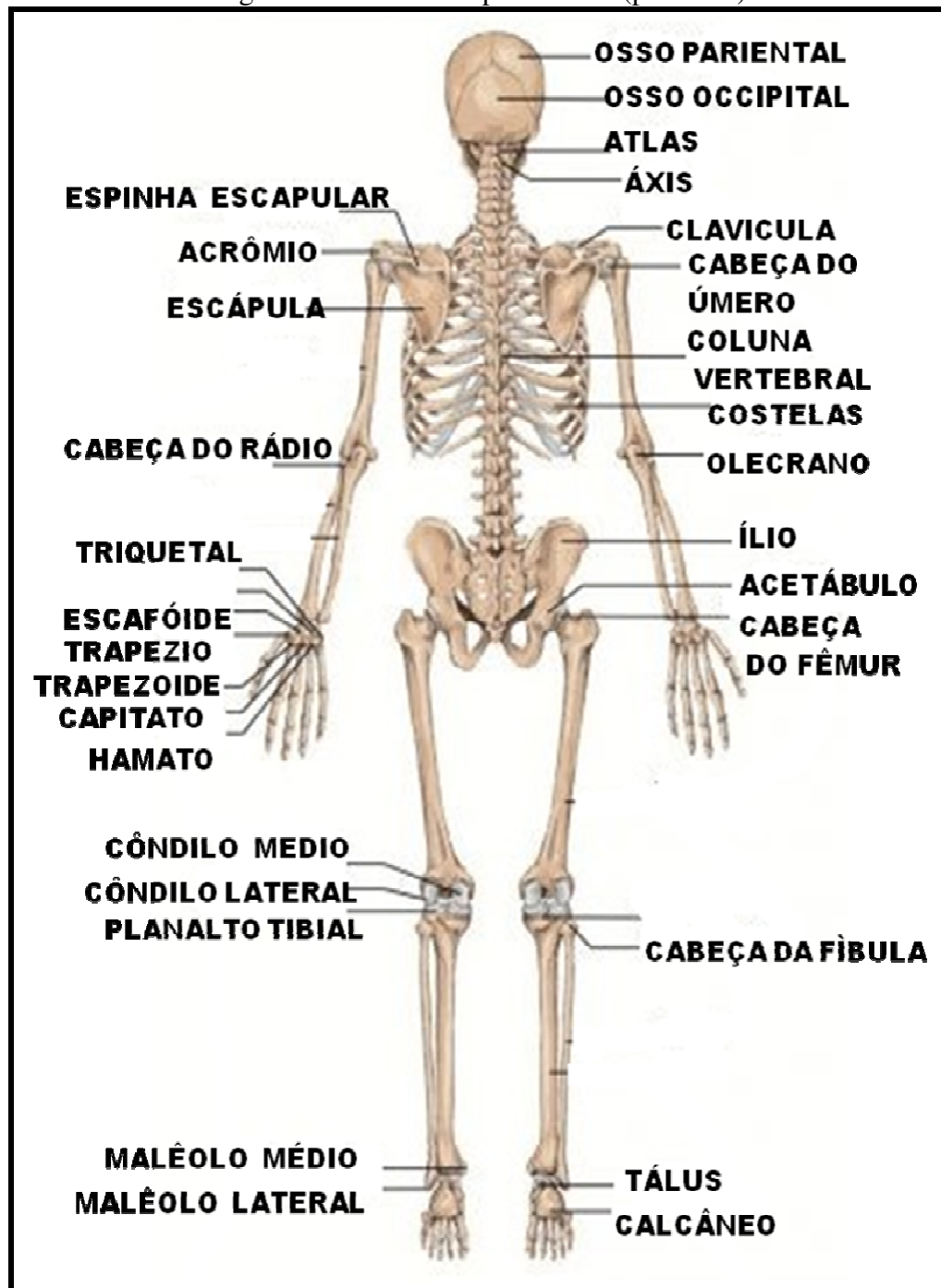
variam de individuo para individuo, porém mesmo com esta alteração e independente da tarefa a ser realizada, deve-se analisar e considerar todas as situações quanto ao arranjo físico do ambiente, identificar e eliminar obstáculos, facilitar a liberdade de movimentos, a altura onde o trabalho será realizado, o tempo, a intensidade e a força aplicada, a distância, a extensão e a precisão dos movimentos (AGAHNEJAD; LEITE; OLIVEIRA, 2014).

Figura 5: Ossos do corpo humano (frontal)



Fonte: Montenegro, 2016

Figura 6: Ossos do corpo humano (posterior)



Fonte: Montenegro, 2016

O corpo humano pode ser modelado como um sistema mecânico dividido em diversos segmentos flexíveis e rígidos com dimensões e formas definidas, sendo os mesmos interligados por articulações que podem ser esféricas ou pivotadas.

A partir desta representação fica correto dizer que o corpo tem uma distribuição da densidade da massa corporal uniforme. Estas massas que são compostas nos diferentes segmentos corporais também podem ser apresentadas como porcentagens da massa do corpo.

Para Lida (2005), os diversos segmentos do corpo têm suas massas distribuídas de forma percentual, conforme Tabela 2:

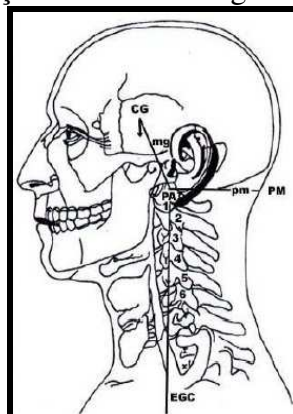
Tabela 2: Distribuição percentual da massa nos segmentos corporais

<b>Segmento Corporal</b>	<b>Massa (% kg) Total de 100%</b>
Cabeça	7,3
Tronco	50,7
Braço	2,6
Antebraço	1,6
Mão	0,7
Coxa	10,3
Perna	4,3
Pé	1,5
Outros	21

Fonte: Lida 2005

A Figura 7 ilustra a posição do centro de gravidade da cabeça

Figura 7: Posições do centro de gravidade da cabeça



Fonte: Kapandji, 2008

A posição do centro de gravidade da cabeça (CG) e o ponto de apoio (PA) da cabeça no pescoço além do ponto de aplicação da força muscular cervical no plano mastigatório (PM) e o

braço de alavanca no momento da potência da musculatura em torno do ponto de apoio PA, PM e o braço de alavanca da potência da musculatura cervical que equilibra a cabeça e o eixo gravitacional do corpo (EGC), (KAPANDJI, 2008).

Somente a dimensão da porcentagem do corpo não é suficiente para um comparativo ergonômico do corpo humano, também é necessária a determinação da posição do centro de massa (CM) dos segmentos, também conhecido como centro de gravidade.

### **2.2.1 A coluna vertebral**

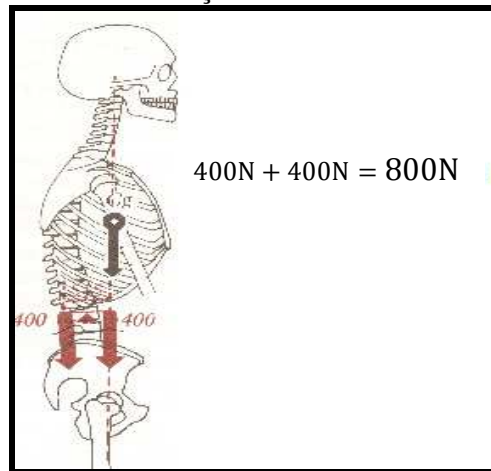
A coluna vertebral possui uma estrutura que serve de sustentação do corpo, permitindo grande movimentação, porém está sujeita a lesões provocadas por agentes que venham a causar incapacidade temporária ou permanente no indivíduo. A estrutura anatômica da coluna, normalmente consiste em 33 vértebras, sendo divididas da seguinte forma: 7 cervicais, 12 torácicas, 5 lombares, 5 sacrais e 4 coccígeas. Os primeiros 24 ossos vertebrais são separados por discos intervertebrais fibrocartilagosos, que servem como um amortecedor, os ossos do sacro e cóccix estão fundidos entre si.

Segundo Wirhed, (1986), o levantamento de objetos pesados provoca uma pressão elevada no disco pulposo, podendo romper o anel fibroso que serve como um amortecedor para as vértebras da coluna cervical.

Pode-se verificar esta pressão sobre a coluna das pessoas por meio da Lei de momento das forças, a qual identifica as sobrecargas que agem na coluna, em diversas posições durante o levantamento de pesos.

Utiliza-se como exemplo uma pessoa de 80 kg, sendo estes divididos em 40 kg acima e abaixo do disco intervertebral L3, onde é o centro de gravidade do corpo, assim a força gravitacional corresponde a 400N. Na Figura 8, o centro de gravidade do corpo passa a aproximadamente 5 cm a frente ao L3, desta forma os músculos do dorso também passam a cerca de 5 cm atrás do disco intervertebral. Portanto, para evitar que o tronco caia para frente o disco intervertebral equivale a  $400N + 400N = 800N$ .

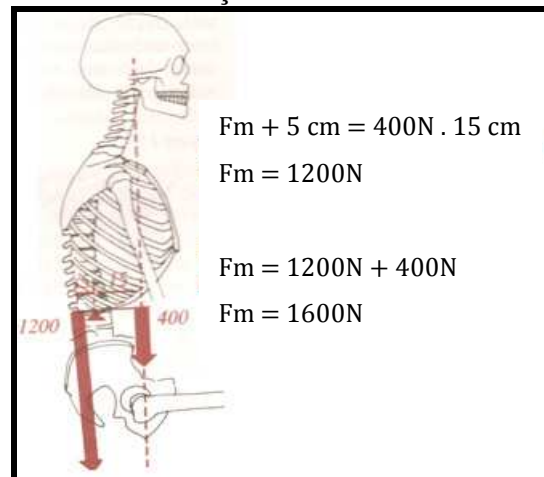
Figura 8: Momento das forças sobre a coluna vertebral em pé



Fonte: Wirhed, 1986

A Figura 9 apresenta o momento das forças sobre a coluna vertebral na posição sentado, a linha gravitacional passa a 15 cm à frente de L3. O braço da alavanca do músculo continua em 5 cm, portanto, para manter o equilíbrio do corpo, será necessária uma força de 1200N, assim a força que age sobre o disco intervertebral equivale a  $1200\text{N} + 400\text{N} = 1600\text{N}$ .

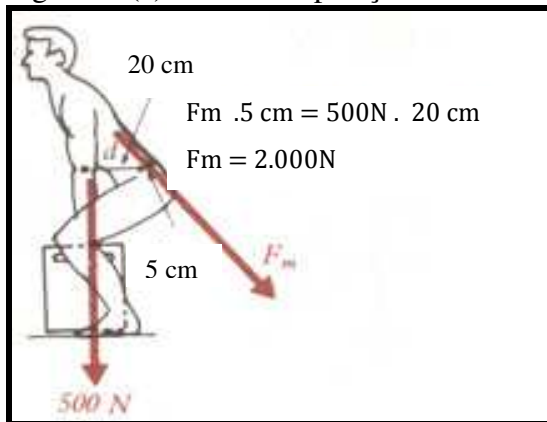
Figura 9: Momento das forças sobre a coluna vertebral sentado



Fonte: Wirhed, 1986

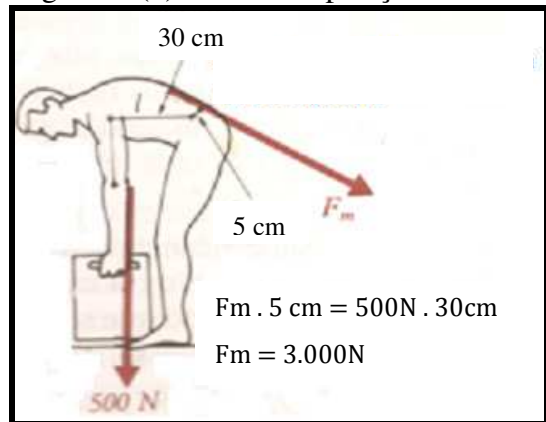
Para levantar um objeto o indivíduo deve posicionar de forma que o braço externo da alavanca seja o menor possível. A Figura 10(a) demonstra o efeito de uma postura para levantar uma carga, onde o tronco (40 kg), mais a carga (10 kg), equivalem a 500N. A musculatura dorsal, estando na posição correta, atua aproximadamente 5 cm da L3. A alavanca externa corresponderá a 20 cm, contra 30 cm na posição errada (Figura 10(b))

Figura 10(a): Momento posição correta



Fonte: Wirhed, 1986

Figura 10(b): Momento posição incorreta

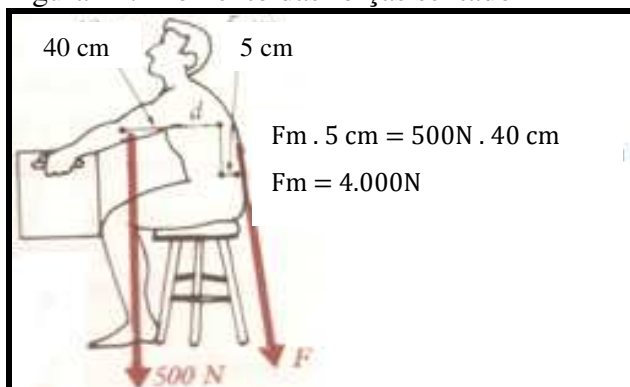


Fonte: Wirhed, 1986

Quando se levanta uma carga de 10 kg na posição sentada, a pressão que os músculos exercem sobre o disco intervertebral é maior, pois a distância da alavanca do braço de apoio fica a 40 cm longe da coluna cervical, conforme apresentado na Figura 11.

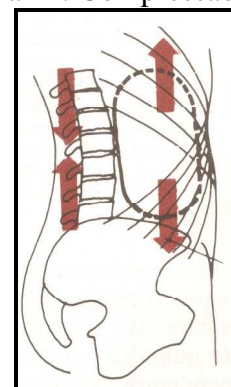
Na Figura 12 a contração abdominal ocorre de forma instintiva nos músculos do abdômen e do diafragma, provoca uma diminuição na cavidade abdominal, que age tanto no sentido para cima quanto para baixo, provocando um efeito aliviante sobre os discos intervertebrais que constituí parte da parede posterior da cavidade abdominal, mesmo com uma grande sobrecarga, é protegido de uma compressão. O efeito compressor da musculatura dorsal pode reduzir em aproximadamente 40% a pressão sobre os discos intervertebrais.

Figura 11: Momento das forças sentado



Fonte: Wirhed, 1986

Figura 12: Compressão abdominal



Fonte: Wirhed, 1986

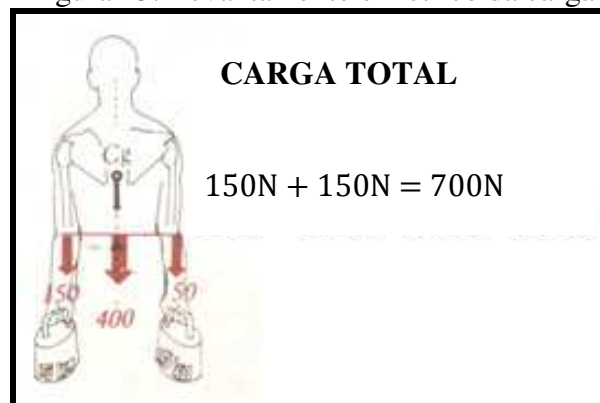
Além da importância da musculatura abdominal fortalecida, também existe a necessidade de músculos fortes nos membros inferiores, para suspender e suportar pesos na



posição correta, ou seja, com os joelhos flexionados. Quando dividimos o peso de uma carga de forma simétrica, carregando com as duas mãos, esta carga será significativamente menor do que se for levantada com apenas uma das mãos.

A Figura 13 apresenta esta diferença de carga, em um levantamento simétrico o corpo pesa 40 kg acima da vértebra L3. A sobrecarga é de 30 kg, sendo divididos em dois totalizando 15 kg para cada braço da alavanca dos músculos na flexão lateral é de 5 cm.

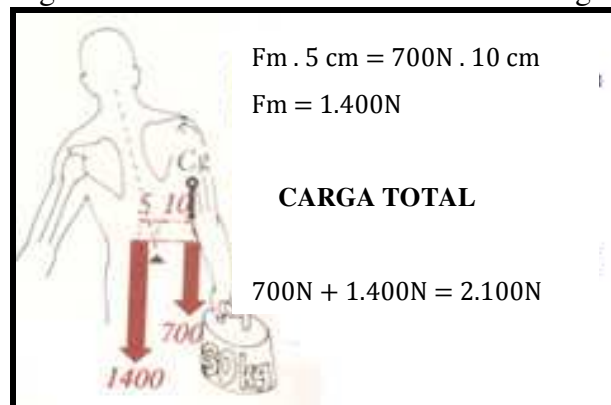
Figura 13: Levantamento simétrico da carga



Fonte: Wirhed, 1986

No levantamento assimétrico, Figura 14, a carga de 30 kg é levantada por apenas uma das mãos, desta forma o centro de gravidade do corpo é alterado, nesta situação podemos atribuir 10 cm ao lado da L3, os músculos do dorso precisam estar contraídos para suportar esta carga que é maior na postura assimétrica. Nesta posição assimétrica o trabalhador têm uma pressão no disco intervertebral de 2.100N

Figura 14: Levantamento assimétrico da carga

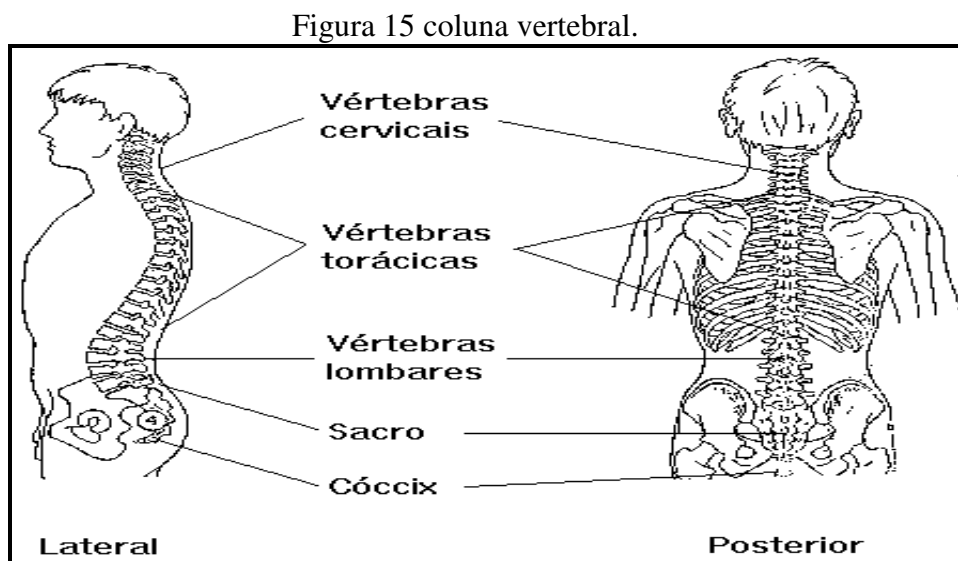


Fonte: Wirhed, 1986

### 2.2.2 Movimentos da coluna vertebral

As 24 vértebras da coluna que são flexíveis, não possuem grande mobilidade, mesmo a coluna permitindo movimentos nos três planos do espaço, sendo: Plano sagital,  $245^{\circ}$ , plano frontal,  $182^{\circ}$  e na transversal,  $210^{\circ}$ .

A Figura 15 ilustra a estrutura esquelética da coluna vertebral.



Fonte: Matsuo, 2016

A movimentação normal da coluna vertebral varia consideravelmente, isto pode ter como influência um ou mais fatores como: idade, sexo, flacidez ligamentar, genética e presença de algum tipo de patologia.

### 2.2.3 Postura

Postura é o estudo do posicionamento relativo de partes do corpo, como o alinhamento biomecânico da cabeça, tronco e membros no espaço, servindo de orientação espacial das várias partes do corpo, podendo realizar o trabalho sem desconforto e estresse (LIDA 2005).

Para Rodrigues (2011) a postura é uma somatória de emoções, também considerado uma linguagem própria e verdadeira, pois cada pessoa se move de acordo com o que sente, de acordo com a sua personalidade e condição interior.

A postura possui importantes implicações no bem estar corporal geral, já que ela determina a quantidade e a disposição do esforço sobre vários ossos, músculos, tendões, ligamentos e discos. Existem duas variáveis de postura: a estática surge quando uma articulação não é movida, diminuindo o fornecimento de nutrientes e de oxigênio, e a postura dinâmica, onde ocorre a contração muscular que gera o movimento articular ajudando o metabolismo na remoção dos desperdícios do metabolismo (RODRIGUES, 2011).

A postura pode ser definida como posição e orientação dos segmentos corporais no espaço. Para se avaliar uma boa postura são necessários vários aspectos, como:

O alinhamento biomecânico; a orientação espacial das várias zonas corporais; a posição relativa dos vários segmentos anatômicos; atitude corporal assumida durante a atividade de trabalho.

Quando uma atividade é realizada em uma posição quase no limite das possibilidades articulares fala-se em postura ou posição extrema, aumentando o risco do surgimento de uma LER/DORT (RODRIGUES, 2011).

O corpo assume três posições básicas: deitado; sentado e; em pé, sendo as partes do corpo distribuídas conforme a Tabela 3:

Tabela 3: Distribuição das partes do corpo em porcentagem

Partes do Corpo	% do Peso Total
Cabeça	6 a 8%
Tronco	40 a 46%
Membros superiores	11 a 14%
Membros inferiores	33 a 40%

Fonte: Lida, 2005

A Tabela 4 mostra que estas variações são justificadas pelas diferenças de tipos físicos, sexo, além de influências étnicas na distribuição das proporções corporais (Lida, 2005).

Algumas posturas podem ser consideradas mais adequadas para cada tipo de tarefa, porém existem alguns projetos inadequados de máquinas, assentos, dentre outros que obrigam o trabalhador a atuar em uma postura inadequada, quando elas são mantidas por um longo período podem provocar fortes dores no conjunto muscular solicitado para a conservação desta postura. Toda postura pode ocasionar a sobrecarga estática sobre os músculos e outros tecidos, podendo causar dores e desconforto. Nenhuma postura é neutra, e nenhuma postura inadequada

é adotada de forma condicional, mas é resultado de um conjunto de fatores. A Tabela 4 demonstra a localização das dores provocadas por posturas inadequadas e os riscos destas dores para o corpo Humano (Lida 2005).

Tabela 4: Posturas inadequadas e os riscos de dores

Postura inadequada	Riscos de dores
Em pé	Pés e pernas (Varizes)
Sentado sem encosto	Músculos extensores do dorso
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelho e pés
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços esticados	Ombros e braços
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraço
Punhos em posições não-neutras	Punhos
Rotações do corpo	Coluna vertebral
Ângulos inadequados assento/encosto	Músculos dorsais
Superfícies de trabalho muito baixas ou muito altas	Coluna vertebral, cintura escapular

Fonte: LIDA, 2005

A postura e os movimentos corporais são determinados pela tarefa e, desta forma, define-se o posto de trabalho em configurações física do sistema homem - máquina - ambiente (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Mussashi (2004) faz uma comparação entre a ergonomia e o treinamento dos guerreiros Ninjas no período do Japão imperial, ele comenta que o guerreiro deve ter uma boa base nos pés e no quadril, para que os seus movimentos sejam rápidos e seguros, os movimentos dos braços de defesa e ataque devem ser curtos, pequenos, rápidos e precisos para que o guerreiro seja eficaz na sua batalha, mas que não fique cansado após concluir sua jornada.

Para realizar uma postura ou um movimento, são acionados diversos músculos, ligamentos e articulações do corpo. Posturas e movimentos inadequados produzem tensões mecânicas nos músculos, resultando em dores no pescoço, costas, ombro, punhos e outras partes do sistema musculoesquelético (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

As posturas, os gestos e os movimentos, principalmente durante a realização de tarefas repetitivas, são fundamentais na definição das possíveis LER/DORT. Analisando estes

componentes, sendo os mesmos realizados segmento a segmento, articulação a articulação, momento a momento com um grande número de amostragens, assim registrando os aspectos fundamentais da atividade, como: a duração e a frequência dos ciclos de trabalho. Destes registros são retirados os elementos estáticos e dinâmicos em cada segmento, permitindo a verificação de riscos postural (RODRIGUES, 2011).

As posturas desfavoráveis mais citadas são: elevação do ombro, flexão com torção ou inclinação lateral da cabeça, posturas extremas dos cotovelos como a flexão. Extensão, a pronação e/ou a supinação, os movimentos dos punhos como a flexão, extensão, os desvios radicais e ulnares extremos (RODRIGUES, 2011).

Em todas as atividades o trabalhador realiza seu trabalho com níveis diferenciados de força. Quando a atividade é exercida pelo operador onde o nível de força é muito alto para um determinado músculo, pode gerar lesão, nos tendões, nas articulações, além de outros tecidos moles. Estas lesões podem ocorrer em apenas um único movimento ou ação que necessite um alto nível de força. Quando se levanta uma carga pesada afastada do centro de gravidade, aumenta-se a pressão (força de compressão) sobre os discos e vértebras da coluna na região lombar o que pode ter um grande potencial de causar uma lesão. Pesos acima de 4 kg já são considerados elevados para manipulação, mas a aplicação de força de forma rápida pode também provocar danos ao tecido muscular. A aplicação de força no modo estático e a mesma no modo dinâmico não representam o mesmo risco, por definição o trabalho dinâmico é mais penoso e conseqüentemente, mais grave (RODRIGUES, 2011).

O esforço esta diretamente relacionado à força aplicada em uma atividade, podendo ser passível de risco biomecânico, relacionado ao grupo muscular utilizado, podendo ser concêntrico, excêntrico ou estático/isométrico. É muito importante sempre fazer a distinção entre o peso do objeto e a força necessária para manipulação. O efeito do peso do objeto ou da ferramenta depende da posição do objeto em relação ao eixo do corpo, Para realizar atividades físicas, nosso corpo atua com diversos tipos de alavancas, tendo em vista que a alavanca em predominância apresenta grandes desvantagens biomecânicas, o que pode aumentar o risco para as articulações do ombro e principalmente do cotovelo. Para Rodrigues (2011) a avaliação do grau de nocividade do fator forças em nosso organismo depende:

Da posição do objeto a ser utilizado com relação ao corpo, além da angulação e tamanho dos braços na realização da alavanca; do tempo e do tipo de contração; da frequência na

realização dos movimentos; da forma da ferramenta ou do objeto a ser manipulado; do uso de luvas ou de ferramentas com vibratórias; das posturas; da pega.

É considerado repetitividade uma situação de trabalho, onde ocorre a realização de movimentos idênticos realizados mais de quatro vezes por minuto, acima de 50% do tempo de ciclo de duração inferior a 30 segundos ou realizados por mais de quatro horas, em um dia de trabalho (RODRIGUES, 2011).

O risco para o desenvolvimento de LER/DORT aumenta quando os membros corporais são usados repetidamente, com pouca interrupção ou poucos períodos de recuperação da atividade exercida. Atividades com um alto nível de repetitividade podem levar a fadiga, podendo causar danos nos tecidos e, eventualmente, o surgimento de dores e desconforto. Esta situação pode ocorrer mesmo quando os níveis de força são baixos e as posturas de trabalho não apresentam desconforto.

A Tabela 5 apresenta a repetitividade e as repetições por minutos para cada parte do corpo:

Tabela 5: Repetitividade considerada por parte do corpo

PARTES DO CORPO	REPETIÇÕES POR MINUTO
Dedos	Acima de 200
Antebraço / Punhos	Acima de 10
Braços / Cotovelos	Acima de 10
Ombros	Acima de 2,5

Fonte: Rodrigues, 2011

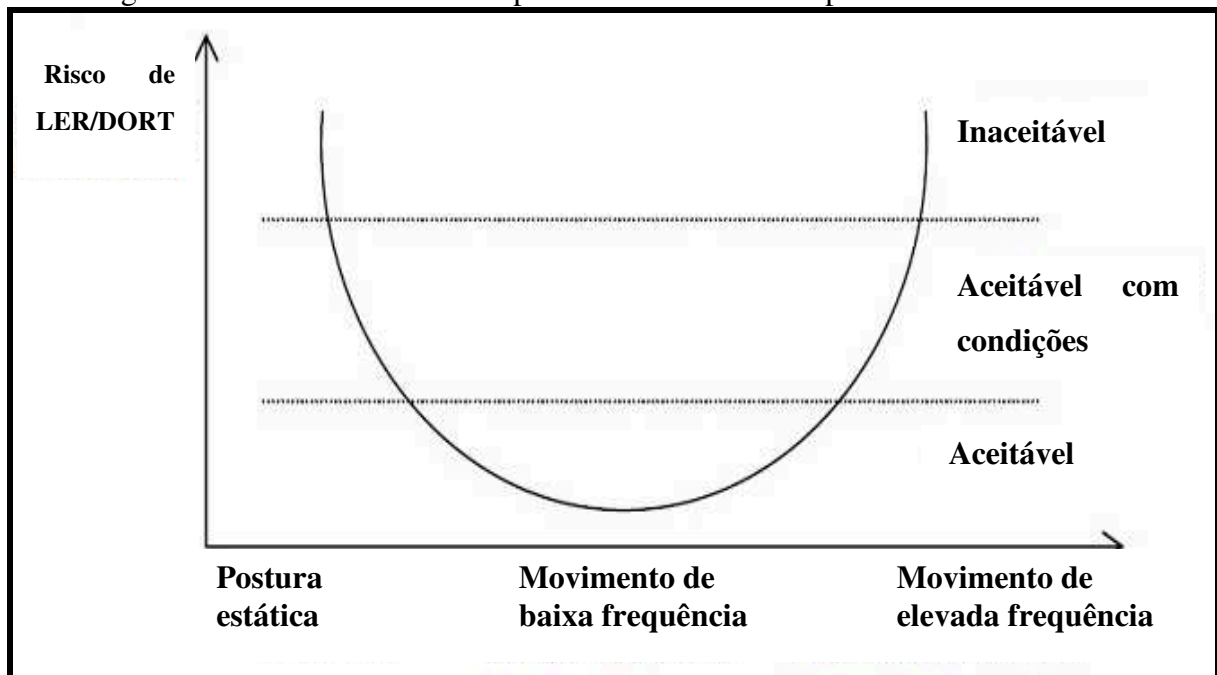
Rodrigues (2011) demonstra que na EN 1005-4 os riscos de uma atividade ou componente estático do trabalho, associado à postura e ao movimento, conforme Figura 16:

**Aceitável:** Risco baixo ou de pouca importância para os trabalhadores (Área central da curvatura do “U”);

**Aceitável com condições:** Apresenta um aumento do risco para alguns ou todos os trabalhadores da função, deve ser objeto de atenção e assim que possível devem ser tomadas medidas no sentido da redução deste risco (zona de início das subidas do “U”);

**Não recomendado:** Risco é inaceitável para a grande maioria dos operadores (zonas das extremidades superiores do “U”) (RODRIGUES, 2011).

Figura 16: Modelo de risco de repetitividade associada a postura e ao movimento



Fonte: Rodrigues 2011.

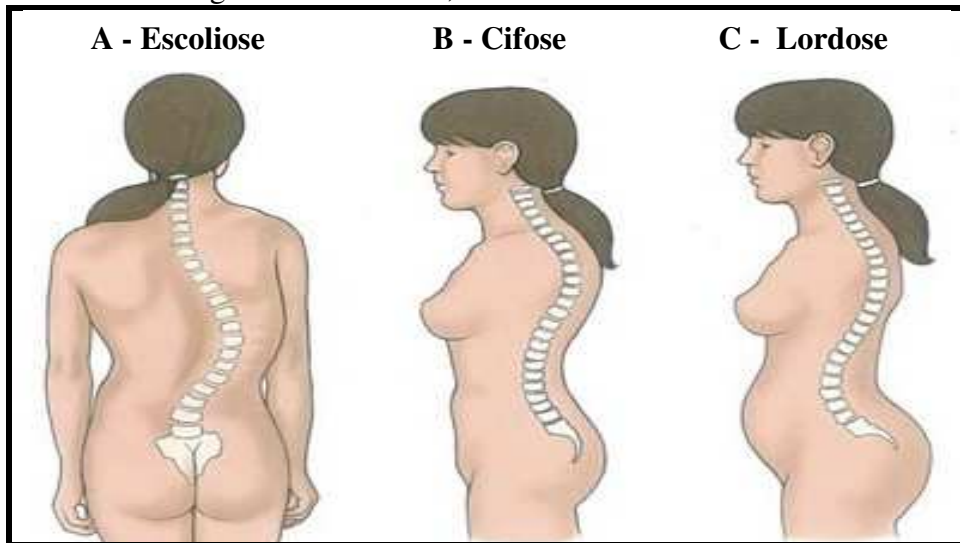
A postura inadequada pode provocar vários problemas ao corpo humano principalmente na coluna e conseqüentemente à saúde, sendo:

A escoliose está caracterizada por um desvio lateral da coluna. Mesmo vista de frente como de costa, a pessoa aparenta estar pendendo para um lado (LIDA, 2005).

A cifose é o aumento na convexidade, onde acentua-se a curva da coluna na região torácica para frente, correspondendo a uma corcunda. Tal condição acentua-se em idosos (LIDA, 2005).

A Lordose é o aumento da concavidade posterior da curvatura que pode ocorrer na região Cervical ou Lombar, acompanhado por uma inclinação dos quadris para frente, (LIDA, 2005). Esta concavidade passa a ser considerada uma deformação quando atinge um ângulo superior a  $60^{\circ}$  na região cervical ou se está entre  $40^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  na região lombar, sendo chamada de hiper-lordose. Pode-se citar como exemplo a postura que um garçom assume temporariamente ao carregar uma bandeja pesada com os braços mantidos na frente do corpo. A Figura 17, ilustra os problemas de Escoliose, Cifose e Lordose.

Figura 17: Escoliose, cifose e lordose



Fonte: Alves, 2016

A lombalgia significa “dor na região lombar”. Surge pela fadiga muscular das costas. O tipo mais simples ocorre quando se permanece durante muito tempo na mesma postura com a cabeça inclinada para frente. Mudanças frequentes na postura podem aliviar e reduzir a fadiga muscular (LIDA, 2005).

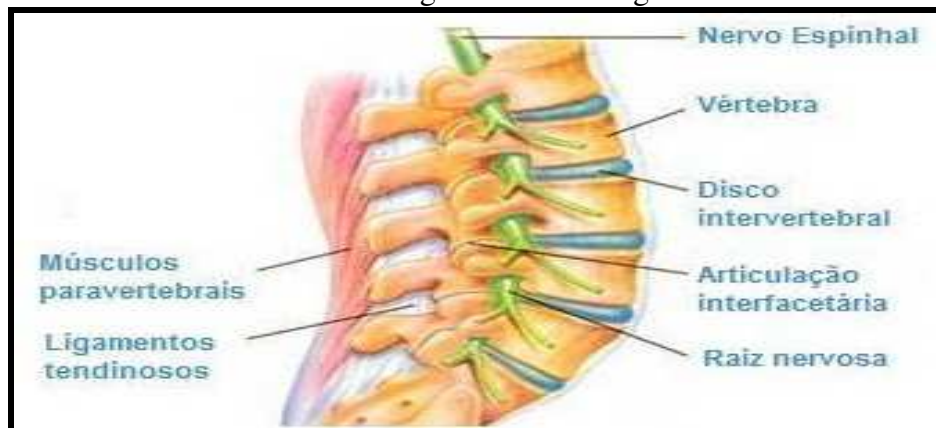
Para Machado (2013) a lombalgia tem relação com problemas posturais e pode estar ligada diretamente a problemas ergonômicos. Como forma de prevenção de problemas na coluna vertebral, deve-se procurar reduzir ao máximo a força aplicada sobre a coluna, reduzindo, desta forma, os “micro-traumas acumulados com o tempo”. Com a diminuição destes movimentos, são evitadas lesões graves.

A lombalgia caracteriza-se por manifestações dolorosas na região lombar, lombo sacral ou sacro ilíaca, sendo estas as mais comuns. O desencadeamento da lombalgia ocorre devido a diversas condições, sendo: elevada sobrecarga nas atividades, acometimentos degenerativos ou traumáticos ocorridos nos discos intervertebrais, flexibilidade e forças reduzidas, excesso de movimentação, sedentarismo, fatores psicológicos, fumo e obesidade (TEIXEIRA, 2011).

A incidência de diferentes lesões é causada por negligência na postura, provocando a diminuição da produtividade, aumentando o absenteísmo no trabalho e reduzindo a qualidade de vida. A Figura 18 apresenta os órgãos referentes à lombalgia.



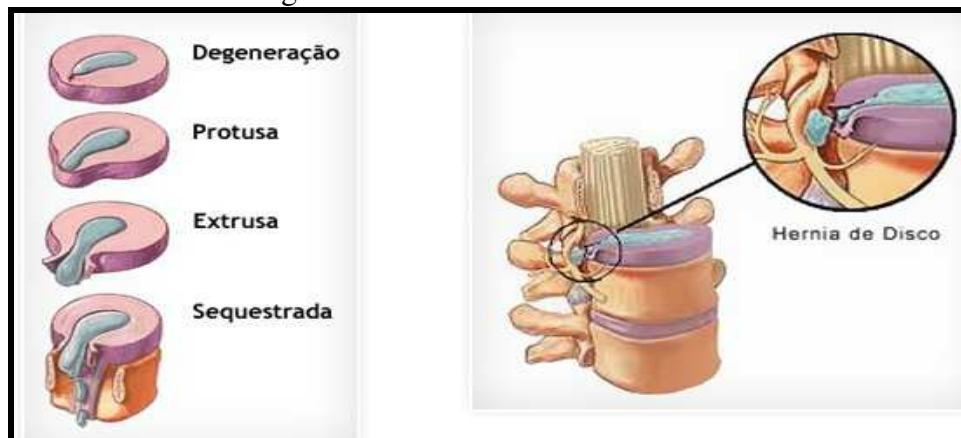
Figura 18: Lombalgia



Fonte: Miguel Junior, 2016

A hérnia de disco se forma quando ocorre o deslocamento do disco intervertebral para fora de seu compartimento natural, protegido por ligamentos. Nem sempre é um evento agudo, porém evolui ao longo dos anos e pode ser precipitada para fora de seu compartimento natural por esforços relativamente pequenos, mas constantes (Santos, *et al*, 2013). A Figura 19 apresenta o disco intervertebral normal e outro disco rompido ao qual provoca a hérnia de disco.

Figura 19: Hérnia de disco



Fonte: Pai & Associados, 2016

Segundo Couto (2007), a adoção de 10 princípios básicos serve para formar as medidas de organização ergonômica de trabalho com base na prevenção a lombalgia:

1-Posição vertical: Para uma correta posição em uma atividade de trabalho, o corpo humano deve trabalhar na vertical, nesta posição o corpo encontra maior equilíbrio e com baixa tensão dos músculos, reduzindo a sua fadiga;

2- Boa visão mesa-cadeira: Para uma atividade onde se utilizam mesas e cadeiras para a realização do trabalho, deve-se perceber o ângulo de visão, o tronco deve estar apoiado, a escrita deve ter um ângulo de inclinação, o ângulo tronco-coxas deve estar próximo a  $100^{\circ}$ , ter condição de virar o corpo sem torcer o tronco, a forma do encosto deve acompanhar a curvatura da coluna vertebral, a espuma do assento não deve ser muito macia e nem muito dura, pois pode afetar a circulação da corrente sanguínea na região das pernas;

3- Máquina humana: A área de processamento deve ser adaptada para que possam ser feitos movimentos de grande velocidade, de grande amplitude, porém para evitar qualquer lesão, devem ser realizada apenas para poucas resistências;

4- Esforços dinâmicos: Procurar a realização de esforços dinâmicos e evitar os esforços estáticos;

5- Melhorar a alavanca do movimento: Aumentar a utilização do movimento do braço para potência e diminuir ao máximo a utilização do braço para atividades de resistência;

6- Instrumentos de controle: Os objetos utilizados pelo trabalhador, as ferramentas e os equipamentos de controle utilizados com frequência, devem estar dentro de uma área de alcance normal;

7- Evitar torcer e fletir o tronco ao mesmo tempo: Estas atitudes evitam que venha a causar traumas aos operadores;

8- Criar facilidades mecânicas no trabalho: Melhorar as condições de trabalho;

9- Organizar o sistema de trabalho: As peças devem ser manuseadas utilizando o princípio do PEPLOSP;

P – “Perto”. O manuseio deve ser realizado perto do corpo;

E – “Elevadas”. A peça a ser manuseada deve ser elevada na altura de 75 cm do piso;

P – “Pequena distância”. A movimentação deve ser realizada a pequena distância vertical entre a origem e o destino;

L – “Leves”. Procurar realizar a movimentação com produtos os mais leves possíveis;

O – “Ocasionalmente”. Os produtos devem ser manipulados ocasionalmente e não com muita frequência;

S – “Simétrico”. A movimentação deve ser simétrica evitando a rotação do tronco;

P – “Pega”. A pega do produto deve ser adequada para as mãos.

10- Análise biomecânica: Utilizar para avaliar o risco das tarefas.

### **2.3 Lesão do Esforço Repetitivo (LER) / Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho (DORT)**

A ocorrência de LER/DORT vem crescendo de maneira temerosa, a expansão desta síndrome apresenta características de uma verdadeira epidemia, mesmo quando nos referimos apenas aos dados oficiais da previdência social de pessoas com vínculo empregatício regidas pela CLT, não sendo registradas as ocorrências de pessoas autônomas (NETO, 2010).

O termo LER é a abreviação de lesões por esforços repetitivos aos quais os movimentos repetitivos em alta frequência ou em posições ergonômicas incorretas venham a causar lesões da estrutura do sistema musculares, tendinites e ligamento. A partir de 1998 o INSS introduziu o termo DORT, sendo a abreviação para distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (Ministério da Saúde, 2001), constituindo um problema de saúde pública com grandes impactos sociais e econômicos.

Atualmente, as LER/DORT são um problema em todo o mundo, os distúrbios osteomusculares com ocorrência na região lombar têm uma incidência cada vez maior, atingindo níveis considerados epidêmicos na população em geral. A dor lombar considerada crônica, pode ter inúmeras causas como: inflamatórias, neoplasias, debilidade muscular doenças degenerativas, predisposições traumáticas entre outras.

Segundo Brasil (2001) apresenta algumas terminologias sobre LER/DORT, mais utilizadas nas línguas inglesa e francesa, sendo:

*Cumulative Trauma Disorder* (CTD): Usado principalmente nos Estados Unidos;

*Occupational Cervicobrachial Disorder* (OCD): Usada principalmente no Japão;

*Occupational Overuse Syndrome* (OOS): Usada principalmente na Austrália;

*Repetitive Strain Injury* (RSI): Usada principalmente na Austrália e Canadá;

*Lésions Attribuables au Travail Répétitif* (LATR): Usada na França e Canadá;

*Work Related Musculoskeletal Disorder* (WMSD): Disseminado no mundo todo.

A coluna vertebral é considerada um dos pontos mais fracos do organismo, sendo uma peça delicada e importante para a locomoção, estando sujeita a inúmeras deformações, podendo ser congênitas (nascimento) ou adquiridas durante a vida, como exemplo, por má postura no

trabalho, provocadas pelo esforço na execução da atividade, a repetição de movimentos, deficiência da musculatura de sustentação, infecções entre outras (LIDA, 2005).

Os sintomas são provocados pelo tipo do trabalho, origens ocupacionais que afetam os membros superiores resultando desgastes nos músculos, tendões, nervos e articulações provocados pela inadequação do trabalho (NETO, 2010).

O primeiro sinal de alerta fica evidente com a da fadiga muscular, sendo entendida como um desequilíbrio reversível entre a exigência e a capacidade de recuperação do organismo, e uma degradação qualitativa do trabalho. A fadiga apresenta sinais como redução de capacidade muscular entre outras. Nos casos mais críticos pode ocorrer dor severa localizada, gerando, inclusive, afastamento do trabalho por um período temporário ou permanente (LIDA 2005).

Os profissionais da área de saúde demonstram grande preocupação no que diz respeito a LER/DORT, estão associadas a grupos patológicos ligados à postura e à aplicação de forças inadequadas, além de outros fatores que provocam distúrbios osteomusculares, sendo uma das principais doenças relacionadas ao trabalho. A LER/DORT é do grupo de patologias, pois em função de áreas afetadas, podem surgir algumas doenças como tendinite, bursite, síndrome do túnel do carpo, tenossinovite, dentre outras relacionadas, ao trabalho devido à ocorrência de vários sintomas que podem ou não ser simultâneas, como paralisia, sensação de peso, fadiga, ocorre geralmente nos membros superiores, pescoço e membros, podendo provocar a incapacidade laboral, parcial ou permanente do trabalhador (MACHADO, 2013).

É comum a existência de formigamento, dormência, diminuição de força, falta de firmeza nas mãos e diminuição da agilidade dos dedos. Estes sintomas causam incapacidade ou limitação para atividades básicas da vida diária e frequentemente causam depressão, angústia, incerteza e medo do futuro (MARTINS NETO, 2010).

As lesões ocupacionais prejudicam a saúde física e mental, proporcionando uma sensível redução na capacidade funcional, interferindo diretamente a produtividade e resultando na queda da qualidade de vida do trabalhador.

Para Saad (2008), são cinco motivos aos quais as LER/DORT têm aumentado em todo mundo nas últimas décadas:

Desequilíbrio entre as metas de trabalho e a possibilidade de cumprimento; pela quase total anulação dos mecanismos de regulamentação; pelo trabalho cada vez mais complexo realizado pelos trabalhadores; pela realidade social que favorece as lesões, principalmente pelo

fracasso dos mecanismos criados pelas próprias empresas; pela intensidade dos fatores biomecânicos da tarefa.

Os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) abrangem os quadros clínicos do sistema músculo esquelético adquiridos pelo trabalhador que foi submetido a determinadas condições inadequadas de trabalho, porém esta não é a única causa para a sua ocorrência. Fatores físicos, psicológicos, aliados ao conservacionismo dos equipamentos e ferramentas, aliados à improvisação, acabam se somando e culminam na perda da funcionalidade do membro afetado.

A intenção de prevenir as LER/DORT envolve todos os participantes, sem exceção, que realizam algum tipo de trabalho. É indispensável à decisão total de informação sobre os elementos constituintes do trabalho, onde incluem as formas de identificação dos fatores de riscos, de distúrbios osteomusculares, da avaliação de risco, dos processos de gestão e das formas de prevenção (RODRIGUES, 2011).

Os métodos de obtenção de informações sobre sintomas das doenças utilizados na indústria são geralmente de dois tipos:

1- Questionário e procedimentos médicos, com o objetivo de recolher sinais e sintomas que possam estar ligados ao aparecimento ou ao desenvolvimento de doenças relacionadas ao trabalho;

2- Questionários de aplicação geral com base na avaliação de sintomas auto-verificados, na monitoração dos níveis de desconforto, incômodos ou dor por zonas corporais (RODRIGUES, 2011).

Para Rodrigues (2011), alguns fatores podem influenciar direta ou indiretamente o surgimento e/ou desenvolvimento das LER/DORT, pois podem estar relacionados a processos fisiopatológicos, podendo iniciar ou criar condições para o surgimento de distúrbios, sendo:

Fatores ligados às condições de trabalho: forças, posturas, ângulos, repetibilidade.

Fatores organizacionais: organização da empresa, clima social, relações;

Fatores individuais: capacidade funcional, habilidade, enfermidade.

Estas três categorias de fatores não devem ser vistas em separado, pois estes fatores são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de distúrbios osteomusculares, conforme apresentado na Tabela 6:

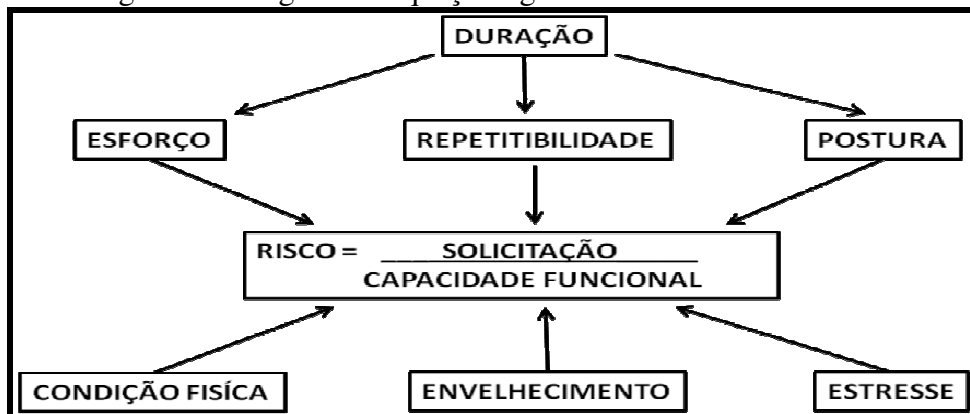
Tabela 6: Fatores de risco de LER/DORT

<b>FATORES DE RISCOS DE LER/DORT</b>		
<b>PROFISSIONAIS</b>	<b>INDIVIDUAIS</b>	<b>ORGANIZACIONAIS/ PSICOSSOCIAIS</b>
Aplicação de forças	Idade	Ritmos intensos de trabalho
Levantamento e transporte de cargas	Sexo	Monotonia das tarefas
Choques e impactos	Peso	Pressão temporal
Repetitividade (gestos e/ou movimentos)	Características antropométricas	Estilo de chefia
Posturas estáticas ou repetidas no limite articular	Situação de saúde	Avaliação do desempenho
Contato com ferramentas vibratórias	Patologias	Exigência de produtividade
Temperatura extrema - frio / calor	Estilos de vida não saudáveis	Trabalho por objetivos

Fonte: Rodrigues, 2011

A inter-relação entre os fatores proporcionará o surgimento de uma equação dos diferentes tipos de riscos de doenças, pois isto ocorre devido a um desequilíbrio entre o exigido e o solicitado para que as pessoas façam, além da sua capacidade funcional. A Figura 20 apresenta o diagrama e a equação ligando os diferentes fatores de risco. A condição para o indivíduo é expressa em três fatores biomecânicos fundamentais que representam os esforços, a repetitividade dos movimentos e as posturas extremas. Estes três fatores têm grande relação com a duração do esforço na realização da atividade. A capacidade individual funcional na execução da atividade depende das condições físicas, do envelhecimento da sua estrutura locomotora, do grau de estresse e dos parâmetros da equação pessoal, ou seja, sua condição de saúde inicia-se desde os seus antecedentes patológicos (RODRIGUES, 2011).

Figura 20: Diagrama e equação ligando os diferentes fatores de risco



Fonte: Rodrigues, 2011

De acordo com Suíça (2004), a Organização Internacional do Trabalho (OIT) divulgou uma apostila sobre prevenção de transtornos musculoesqueléticos em um local de trabalho e desta forma a Tabela 7 apresenta os principais fatores que contribuem para os transtornos locomotores:

Tabela 7: Principais fatores que contribuem para os transtornos locomotores

<b>FATOR</b>	<b>POSSÍVEL RESULTADO OU CONSEQUÊNCIA</b>	<b>EXEMPLOS</b>	<b>SOLUÇÃO OU EXEMPLO DE PRÁTICAS ADEQUADAS</b>
Utilizar muita força	Esforço excessivo dos tecidos afetados	Levantar, carregar, empurrar ou arrastar objetos pesados	Evitar a manipulação de objetos pesados
Manipulação manual de cargas durante longos períodos	Enfermidades, degenerativas, especialmente na região lombar	Deslocar materiais com as mãos	Reduzir o peso dos objetos ao número de ideias para manipulações diárias
Manipular objetos de maneira repetitiva e frequente	Fadiga e esforços excessivos da estrutura muscular	Trabalhos de montagem, digitação por tempo prolongado, trabalho em caixa de supermercado.	Reduzir a frequência de repetição.

<b>FATOR</b>	<b>POSSÍVEL RESULTADO OU CONSEQUÊNCIA</b>	<b>EXEMPLOS</b>	<b>SOLUÇÃO OU EXEMPLO DE PRÁTICAS ADEQUADAS</b>
Trabalhar em posturas prejudiciais	Esforço excessivo dos elementos ósseos e musculares	Trabalhar com o tronco muito curvado ou torcido, ou com os braços por cima dos ombros	Trabalhar com o tronco reto e os braços próximos ao corpo
Esforço muscular estático	Atividade muscular duradoura e uma possível sobrecarga	Trabalhar com os braços altos, ou em um espaço reduzido	Alternar a ativação e a relação dos músculos
Inatividade muscular	Perda da capacidade funcional de músculos, tendões e ossos	Ficar sentado por um longo período sem mover muitos dos músculos	Sentar-se periodicamente, fazer alongamentos ou ginástica para aliviar, ou atividades esportivas
Movimentos repetitivos	Doenças inespecíficas nas extremidades superiores	Usar repetidamente os mesmos músculos sem deixar descansar	Interromper com frequência as atividades e fazer pausas, alternar tarefas
Exposição a vibração	Disfunção dos nervos, redução dos fluxos sanguíneos, transtornos degenerativos	Utilizar ferramentas manuais que vibram, permanecem sentados em veículos que vibram	Utilizar ferramentas e assentos que amortecem as vibrações
Fatores ambientais e riscos físicos	Afetar o esforço mecânico e agravar os riscos	Utilizar ferramentas manuais e baixas temperaturas	Utilizar luvas e ferramentas temperadas



FATOR	POSSÍVEL RESULTADO OU CONSEQUÊNCIA	EXEMPLOS	SOLUÇÃO OU EXEMPLO DE PRÁTICAS ADEQUADAS
Fatores psicossociais	Aumento do esforço físico, maior absenteísmo laboral	Situações de pressão, pouco tempo para tomada de decisão, pouco apoio social	Revezar as tarefas, realizar o trabalho de forma mais agradável, reduzir os fatores sociais negativos

Fonte: Suíça, 2004, Tradução Autor

### 2.3.1 Diagrama das áreas dolorosas

De acordo com (Corlett e Manenica, 1980, *apud*. Lida, 2005) a criação do diagrama das áreas dolorosas dividiu o corpo humano em 24 partes, para facilitar a identificação e localização dos pontos onde o trabalhador sente dores.

A Figura 21 apresenta o diagrama das dores.

Figura 21: Diagrama das dores



Fonte: Lida 2005

Após o término da jornada de trabalho é apresentado ao trabalhador este diagrama, sendo sugerido que seja apontado o grau de desconforto em cada um dos pontos do corpo demonstrado no diagrama ao qual é classificado em 8 níveis, podendo variar do nível zero “sem desconforto” até o nível 7 “extremamente desconfortável”, identificados de forma linear da esquerda para direita, sendo como principal vantagem a facilidade no entendimento, podendo ser distribuído e preenchido por uma grande quantidade de pessoas, juntamente com instruções simples, para o auto-preenchimento. As diferenças no preenchimento individual dos formulários serviram para a realização de um mapeamento geral das atividades em toda a empresa, podendo desta forma identificar os equipamentos, máquinas e locais de trabalho que merecem uma atenção imediata, pois apresentam maior risco, adquirindo resultados rápidos e significativos, além de um planejamento de melhorias de acordo com as necessidades e não de forma empírica.

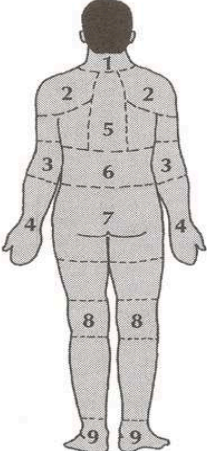
### **2.3.2 Questionário Nórdico**

O questionário Nórdico foi desenvolvido para que seja realizado o autopreenchimento (Kurinka, 1986, *apud*. Lida, 2005). Neste questionário o corpo humano é dividido em 9 partes, e o trabalhador deve responder “não” ou “sim” para as 3 situações envolvendo as 9 partes, ao qual deve ser respondido se o trabalhador teve alguma dor nos últimos 7 dias, nos últimos 12 meses e se teve que deixar de trabalhar algum dia nos últimos 12 meses devido a problemas ou dores nestas partes do corpo.

Este questionário é utilizado para a realização de um levantamento abrangente, rápido e com baixo custo, possibilitando identificar situações que requerem análises mais profundas e medidas corretivas com certa urgência. Sua vantagem está na simplicidade e no atendimento de ocorrências dos problemas nos últimos 12 meses, enquanto que o diagrama das áreas dolorosas realiza apenas uma fotografia instantânea da atividade. A Figura 22 apresenta o questionário Nórdico abordando os sintomas musculo –esquelético.

Independente do método utilizado, o ponto principal é a adequação do posto de trabalho ao trabalhador por meio de conceitos ergonômicos que permitam um ambiente favorável a ele, proporcionando melhora no desempenho produtivo, e em contrapartida ocorrendo uma redução nos índices de absenteísmo, melhorando os custos produtivos sem sobrecarregar os trabalhadores (LIDA, 2005).

Figura 22: Questionário nórdico

Partes do corpo com problemas		Questionário Nórdico dos sintomas músculo-esquelético			
		Marque um (x) na resposta apropriada. Marque apenas um (x) para cada questão.			
		<p><b>Não</b>, indica conforto, saúde – <b>Sim</b>, indica incômodos, desconfortos, dores nessa parte do corpo.</p> <p><b>Atenção:</b> O desenho ao lado representa apenas uma posição aproximada das partes do corpo. Assinale a parte que mais se aproxima do seu problema</p>			
		Você teve algum problema nos últimos 12 meses		Você teve que deixar de trabalhar	
		Você teve algum problema nos últimos 7 dias			
1 - Pescoço	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
2 - Ombros	1 ( ) Não 2 ( ) Sim -ombro direita 3 ( ) Sim -ombro esquerda 4 ( ) Sim – Os dois ombros	1 ( ) Não 2 ( ) Sim -ombro direita 3 ( ) Sim –ombro esquerda 4 ( ) Sim – Os dois ombros	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
3 - Cotovelos	1 ( ) Não 2 ( ) Sim - cotovelo direita 3 ( ) Sim –cotovelo esquerda 4 ( ) Sim – Os dois cotovelos	1 ( ) Não 2 ( ) Sim - cotovelo direita 3 ( ) Sim –cotovelo esquerda 4 ( ) Sim – Os dois cotovelos	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
4-Punhos e mãos	1 ( ) Não 2 ( ) Sim – punho/mão direita 3 ( ) Sim – punho e mão esquerda 4 ( ) Sim – Os dois punhos/mão	1 ( ) Não 2 ( ) Sim – punho/mão direita 3 ( ) Sim – punho e mão esquerda 4 ( ) Sim – Os dois punhos/mão			
5- Coluna dorsal	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
6- Coluna lombar	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
7- Quadril ou coxas	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
8- Joelhos	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		
9- Tornozelo ou pés	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim	1 ( ) Não 2 ( ) Sim		

### **2.3.3 Absenteísmos e afastamento**

Absenteísmo representa o abandono das atividades, ou seja, o não comparecimento do trabalhador ao trabalho, prejudicando o andamento das atividades da empresa, acarretando um problema que pode atingir diversas áreas da empresa, aumentando os custos operacionais, econômicos, sobrecarregando os companheiros, visto que o colaborador deixa de produzir, mas as metas continuam as mesmas, sendo essencial a análise e investigação das causas e possíveis soluções, assim como a tomada de medidas preventivas e corretivas, levando esses índices em níveis aceitáveis.

Quando o trabalhador se ausenta da empresa por um período superior a 15 dias é considerado afastado e encaminhado à Previdência Social para o tratamento de sua enfermidade, sendo amparado com o recebimento de auxílio doença até que obtenha condições para o regresso as atividades ou a trabalhos compatíveis com sua condição física. Os atestados inferiores há 15 dias, mas que contenham o mesmo CID (Código Internacional de Doenças) é somado e caso sejam ultrapassados os 15 dias, o trabalhador também é encaminhado à Previdência Social, pois apresenta indícios de uma possível doença ocupacional.

Para Espanha (2010), a OIT afirma que a manipulação manual é uma das causas mais frequentes de acidentes, representando entre 20% a 25% do total de acidentes ocorridos.

### **2.3.4 Antropometria**

Os padrões antropométricos são baseados em medidas corporais que se baseiam em grupos de pessoas, etnias, culturas, dentre outros. Estas medidas podem ser válidas para uma população e quando analisadas apresentarem dificuldades para outras. Conforme (Dul & WEERDMEESTER; 2014) as medidas antropométricas referem-se sempre a uma determinada população e nem sempre devem ser aplicadas a outras.

No Brasil a Norma NBR 15.127 que define as medidas do corpo humano, entrou em vigor a partir de 18/04/2010, fundamentada no comitê ABNT/CEE-136 (Associação Brasileira de Normas Técnicas / Comissão de Estudos Especial) que estuda Ergonomia, com base em antropometria e biomecânica, e com a função de fornecer uma descrição das medidas antropométricas que podem ser utilizadas para projetos e áreas afins como parâmetros para comparação de grupos populacionais.

O levantamento antropométrico para Saad (2008) é um instrumento importante em estudos ergonômicos, fornecendo suporte para a avaliação e dimensionamento de máquinas, equipamentos, ferramentas, dos postos de trabalho, dos projetos de adequação antropométricas dos trabalhadores nos postos já existentes, dentro de um critério ergonômico adequado para a atividade e que não proporcione danos à saúde e desconforto na realização de suas atividades produtivas.

O ideal ergonômico para o dimensionamento dos postos de trabalho, equipamentos e ferramentas seria o desenvolvimento individual para atender as características de cada trabalhador, mas este dimensionamento torna-se inviável, tanto na prática, quanto economicamente. Os dimensionamentos antropométricos são realizados para atender uma determinada faixa da população que vai utilizar este produto, podendo ser realizado para o tipo médio, indivíduos extremos, tanto acima quanto abaixo ou para indivíduos específicos (Saad, 2008). As medidas antropométricas são estabelecidas em várias faixas, desde o mínimo até o máximo, sendo o uso destes critérios dependente especificamente do tipo de projeto, das finalidades das medidas e suas aplicações. Para Dul & Weerdmeester (2014) os princípios antropométricos que interessam à ergonomia são:

Sempre considerar as diferenças antropométricas individuais do corpo; utilizar tabelas antropométricas adequadas para a população;

Com base nestas afirmações, percebe-se que as populações não são totalmente homogêneas, necessitando da realização de medições específicas conforme a população estudada, podendo variar segundo sexo, raça, classe social, idade, condições ambientais e a natureza do trabalho.

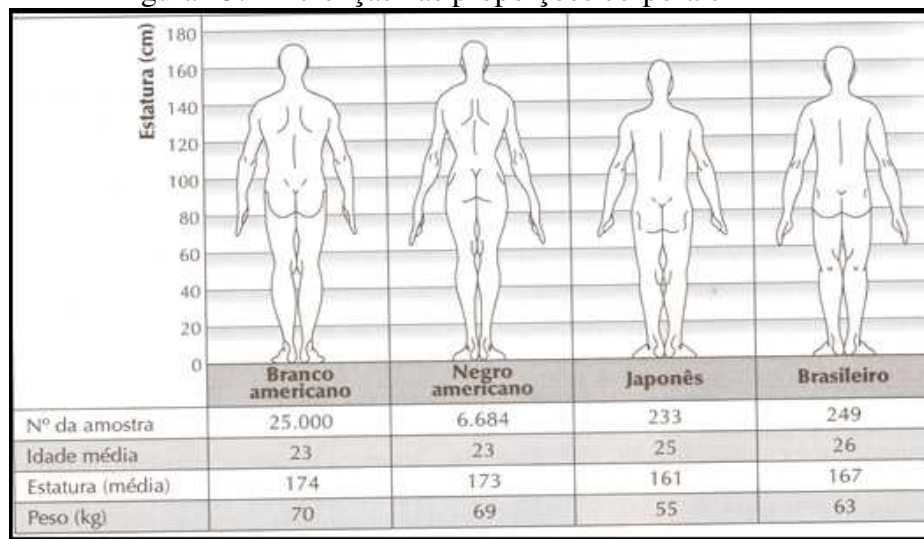
Para Lida (2005) sempre que for possível e economicamente viável, as medições antropométricas devem ser realizadas diretamente, tornando esta amostra significativa para a correta utilização dos usuários e consumidores do objeto a ser projetado.

A ergonomia define dois tipos de medidas antropométricas: a estática e a dinâmica. As dimensões estáticas são realizadas com os membros do corpo parado, ou com poucos movimentos e as medições dinâmicas são realizados entre pontos anatômicos claramente definidos, sendo relacionado ao corpo em movimento. Lida (2005) ainda inclui a antropometria funcional relacionada à execução de tarefas específicas, desta forma cada parte do corpo não se movimenta isoladamente, mas pela junção de diversos movimentos para a realização da função,

medindo os alcances dos movimentos de cada parte do corpo, mantendo o resto do corpo estático.

De acordo com Lida (2005) as principais diferenças que devem ser consideradas em um dimensionamento corporal estão baseadas em um produto característico pelas seguintes diversidades apresentadas na Figura 23:

Figura 23: Diferenças nas proporções corporais



Fonte: Lida 2005

**INDIVIDUAL:** Consiste nas diferenças apresentadas nos tipos físicos ou biotipos que variam de indivíduo para indivíduo, as quais aparecem desde o nascimento e vão se acentuando até a idade adulta.

**GÊNERO:** Consiste nas diferenças antropométricas evidentes que existem entre homens e mulheres

**ÉTNICA:** Consiste nas diferenças físicas encontradas entre os diferentes povos do mundo.

### 2.3.5 Biomecânica

É a ciência que estuda as relações entre as partes do corpo em movimento ou mesmo em repouso, desta forma ela avalia as forças envolvidas na manutenção da postura e suas repercussões sobre o organismo. O fator principal que assegura a postura é a flexibilidade, pois a possibilidade de maiores variações de posição favorece as articulações, refletindo na

economia de energia. Ficar muito tempo em uma mesma posição provoca cansaço, em qualquer atividade existe uma postura base, na qual é a que o trabalhador fica a maior parte da jornada de trabalho. Para que o organismo funcione perfeitamente o mobiliário deve estar ajustado às necessidades de trabalho. Posturas inadequadas à biomecânica humana podem levar ao estresse, à fadiga e à dor (LIDA, 2005).

### **2.3.6 Biomecânicas ocupacional**

É parte da biomecânica geral que analisa os movimentos corporais e as forças relativas ao trabalho, realizando interações físicas do trabalhador no posto de trabalho e tudo que contribui para o trabalho, com foco na redução dos distúrbios musculoesqueléticos, analisando basicamente a questão das posturas corporais no trabalho, a aplicação de forças, bem como as suas consequências (LIDA, 2005).

De acordo com estudos ergonômicos existem vários princípios que podem ser utilizados para a redução do aparecimento de lesões (DUL & WEEDMEESTER; 2014), relatam 10 princípios para reduzir as tensões que ocorrem em músculos e articulações, conforme descritos:

1. Evitar curvar-se para frente;
2. Evitar inclinar a cabeça;
3. Os pesos devem ser conservados próximos do corpo;
4. As articulações devem estar em uma posição neutra;
5. Evitar movimentos bruscos que venham a provocar picos de pressão;
6. Sempre alternar posturas e movimentos;
7. Restringir a duração do esforço muscular contínuo;
8. Pausas curtas e frequentes são as melhores;
9. Evitar torções no tronco;
10. Prevenir a exaustão muscular.

Para a melhor utilização destes princípios, é necessária a análise de todos os fatores envolvidos, definindo a melhor adaptação entre o trabalhador e sua tarefa.

### 2.3.7 Trabalho muscular

Para Lida (2005) o sistema muscular do corpo humano demanda de um equilíbrio na sua quantidade de oxigênio, fornecido pelo corpo ao realizar uma determinada atividade física. Quando esta atividade é realizada de forma contínua provoca uma necessidade mais elevada de oxigênio em relação à quantidade consumida regularmente. Esta demanda elevada de oxigênio pode provocar um desequilíbrio entre a quantidade fornecida pelo sangue e a consumida pelos músculos, podendo aumentar a acidez no interior das fibras musculares, fazendo com que esta região torne-se dolorida. Uma recomendação, antes da realização de qualquer atividade física de maior intensidade é recomendada a realização de um pré-aquecimento muscular que deve ter uma duração aproximada de 3 minutos, assim reduzindo a possibilidade de haver um desequilíbrio na musculatura do corpo humano.

Segundo Medrado (2007), algumas atividades estáticas são realizadas em uma postura inadequada podendo provocar um grande esforço:

Trabalhar com o corpo fora do eixo vertical natural; sustentar cargas pesadas com os membros superiores; trabalhar constantemente com o corpo apoiado sobre um dos pés, enquanto o outro aperta o pedal; trabalhar com os braços acima do nível dos ombros; trabalhar com os braços abduzidos (esticados) de forma sustentada; trabalhar com esforços estáticos de pequena intensidade, por um longo período; trabalhar sem apoio para antebraços, sendo sustentados pelos músculos dos braços.

Nas atividades onde músculos devem se contrair e relaxar de forma alternada o trabalho é denominado dinâmico, tais como as atividades de martelar, serrar, caminhar. Estes movimentos realizam a mesma função de uma bomba hidráulica que tem a função de estimular a circulação sanguínea nos capilares, provocando, desta forma, maior oxigenação no músculo aumentado, e a resistência à fadiga. (HAY; REID, 1985).

Diversas posições podem ser assumidas para a realização de uma tarefa, mas apenas três são as fundamentais, sendo: deitado, sentado e em pé. A Tabela 8 apresenta as vantagens e desvantagens destas posturas.



Tabela 8: Posturas de trabalho, vantagens e desvantagens.

POSIÇÃO	VANTAGEM	DESVANTAGEM
<b>Posição Deitada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não há concentração de tensão em nenhuma parte do corpo.</li> <li>- O consumo energético assume um valor mínimo aproximando-se de seu metabolismo basal.</li> <li>- Posição recomendada para o repouso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não se recomenda esta postura para o trabalho porque os movimentos tornam-se difíceis e fica muito cansativo elevar a cabeça, braços e mãos.</li> </ul>
<b>Posição de Pé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona grande mobilidade corporal.</li> <li>- Facilita o uso dinâmico de pernas, braços e troncos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A posição parada em pé é altamente fatigante porque exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter esta posição.</li> <li>- O corpo não fica totalmente estático, mas oscilando, exigindo frequentes reposicionamentos, dificultando a realização de movimentos precisos.</li> <li>- O coração encontra maiores resistências para bombear o sangue para os extremos do corpo, e o consumo de energia torna-se elevado.</li> <li>- Difícil fixar um ponto de referencia.</li> </ul>
<b>Posição Sentada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O assento proporciona um ponto de referência relativamente fixo.</li> <li>- Permite grande mobilidade das pernas.</li> <li>- Permite o uso simultâneo dos pés e mãos.</li> <li>- Consome menos energia, em relação a posição em pé, reduzindo a fadiga.</li> <li>- Reduz a pressão mecânica sobre membros inferiores.</li> <li>- Reduz a pressão hidrostática da circulação nas extremidades e alivia o trabalho do coração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exige atividade do dorso e do ventre para manutenção desta posição.</li> <li>- Praticamente todo peso é suportado pela pele que cobre o osso do ísquio, nas nádegas.</li> <li>- O consumo de energia é 3 a 10% maior que na posição horizontal.</li> <li>- Aumento da pressão sobre as nádegas.</li> <li>- Pode provocar estrangulamento da circulação sanguínea nas coxas e pernas.</li> <li>- Restrição dos alcances.</li> <li>- Flacidez dos músculos abdominais.</li> <li>- Desfavorável par os órgãos da digestão e respiração.</li> </ul>

Fonte: Kroemer e Grandjean (2005, p. 60).apudLLida (2005 p. 148 -167).

Segundo Lida (2005) em diversas ocasiões, nossos músculos são obrigados a realizar trabalhos na posição estática, sendo obrigados a contrair sua musculatura de forma contínua. Com a intenção de manter uma determinada posição do corpo humano, esse tipo de contração não produz movimentos corporais, denominado de contração isométrica. Para exemplificar este movimento pode-se verificar a posição de pé do ser humano, onde os músculos das pernas e dorsos precisam estar contraídos, o mesmo ocorre com a musculatura dos ombros e do pescoço que precisam se contrair para manter a cabeça inclinada. Nos trabalhos estáticos, sendo uma carga variada de acordo com a capacidade de cada indivíduo não deve superar 8% da força máxima do músculo, principalmente se for realizado diariamente e por diversas horas, na realização de trabalhos que venham a ter uma utilização de 50% da força máxima. Verifica-se que o trabalho estático é mais fatigante e por este motivo deve ser evitado ao máximo.

## **2.4 Posto de trabalho**

A ergonomia contribui para evitar problemas relativos a aspectos sociais, saúde, conforto e eficiência. Muitos acidentes em diversos setores de trabalho são causados por erros humanos relacionados entre operadores e suas tarefas. O trabalho e estudos referentes à ergonomia podem reduzir a ocorrência de acidentes se os fatores ergonômicos forem reduzidos (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Para a formação e elaboração de postos de trabalho deve-se verificar a relação individual das capacidades físicas, treinamentos insuficientes e frequentes substituições de trabalhadores, tanto homem quanto mulher. Desta forma é necessário conhecer a capacidade humana para que as tarefas sejam corretamente dimensionadas dentro deste limite para que não ocorra sobrecarga e assim problemas ergonômicos, tanto para o trabalho de levantamento esporádico de cargas, relacionado à capacidade muscular e o outro relacionado ao trabalho repetitivo com o levantamento de cargas, onde entra o fator de duração do trabalho, e assim a sua fadiga (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Um posto de trabalho é a configuração física que define o sistema homem-máquina, ambiente, utilizado para realizar o trabalho, bem como o ambiente que está ao seu redor. Todo ambiente deve atender as normas de segurança e saúde do trabalhador, proporcionando a satisfação, a redução de riscos de acidentes e de doenças ocupacionais e garantindo o bem estar do trabalhador (LIDA, 2005).

Para cada tarefa a ser realizada existe uma posição que é mais compatível com sua execução, assim provoca menor fadiga ao trabalhador, para o repouso, por exemplo, a posição considerada ideal é a deitada, pois não há concentração de tensão muscular em nenhuma parte do corpo, fazendo com que o sangue possa circular de forma mais fácil pelo organismo humano e realizando de forma mais eficaz a eliminação de toxinas dos músculos.

Segundo Hay; Reid (1985) três situações são consideradas as principais para gerar uma postura incorreta:

Atividades que demandem uma postura estática por um longo período de tempo; atividades que são realizadas em uma posição desfavorável; atividades que necessitem de força excessiva.

Para Lida (2005) ao realizar um projeto adequado de um posto de trabalho, é necessário obter informação prévia sobre a natureza do trabalho, os equipamentos a serem utilizados, as posturas que serão adotadas, as atividades e o ambiente de trabalho, desta forma será necessário fazer uma análise da tarefa, devendo esta ser dividida em, no mínimo, três fases:

Fase 1 – Descrição da tarefa: Aspectos principais da tarefa e as condições em que ela será executada;

Fase 2 – Descrição das ações: Detalhar as tarefas, com base nas atividades que influem na interface homem / máquina e as informações de controle;

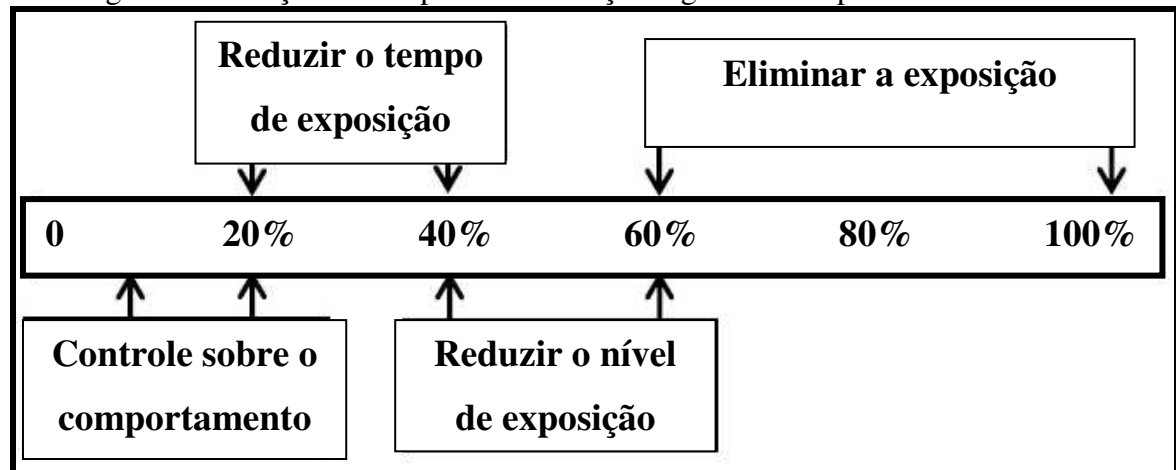
Fase 3 Revisão crítica: Procura avaliar as condições que podem provocar dores e lesões, levando em consideração as tarefas altamente repetitivas e as ações estáticas. Realizar as medidas antropométricas relevantes.

As decisões tomadas pela direção de uma empresa geralmente estão relacionadas a dados objetivos, uma delas é a decisão com base nos custos e benefícios, desta forma, a maioria dos investimentos só será realizada se os benefícios previstos sejam maiores do que os custos, Lida (2005). Nas melhorias ergonômicas existe uma dificuldade com relação ao levantamento do custo-benefício das intervenções, além desta situação muitos empresários também não dão muita atenção a este fato por haver pouca divulgação dos resultados obtidos.

Segundo Sobral Junior (2012) um estudo para determinar os benefícios da ergonomia deve indicar parâmetros que justifiquem o investimento em ações de melhorias com base no custo benefício previsto. Chegando a uma relação entre o tipo de intervenção ergonômica e o percentual de eficácia, baseada na redução dos distúrbios osteomusculares, envolvendo

números e taxas de incidência, a redução dos dias de trabalhos perdidos e os custos dos acidentes de trabalho, conforme apresentado na Figura 24:

Figura 24: Relação entre tipo de intervenção ergonômica e percentual de eficácia



Fonte: Sobral Junior, 2012

- Controles para eliminação de exposição perigosa: Substituindo um processo de carregamento manual por um sistema automático;
- Controles para reduzir o nível de exposição: Modificações nas dimensões do posto de trabalho ou melhorias nas ferramentas utilizadas;
- Controles para reduzir o tempo de exposição: Rodízio de tarefas com exposição ao risco com outras com menor exposição ou sem exposição;
- Controles que atuem sobre o comportamento dos funcionários: Treinamentos.

#### 2.4.1 Análise ergonômica do trabalho (AET)

Para Lida (Gurin *et al* 2001, *apud*. 2005), a Análise Ergonômica do Trabalho desdobra-se em cinco etapas, sendo:

- Análise da demanda:** A demanda é a definição de uma situação problema que apresenta a necessidade de uma ação ergonômica, assim a análise procura compreender a natureza e a dimensão do problema identificado.
- Análise da tarefa:** A tarefa é definida como um conjunto de objetivos prescritos e definidos que devem ser executados pelo trabalhador. A AET procura verificar se existe

alguma discrepância entre o planejado e o executado, podendo haver divergências em algumas condições de trabalho como máquinas desajustadas, ferramentas inadequadas, dentre outras, sendo diferentes daquelas prescritas, desta forma esta análise procura identificar não apenas as tarefas, mas também medir o seu distanciamento da realidade proposta.

3. Análise da atividade: A atividade é determinada pelo comportamento do trabalhador na execução da sua tarefa, pois a maneira como o trabalhador executa a sua atividade para alcançar o objetivo estabelecido, podendo este ser resultado da influência de vários fatores que envolvem o trabalho e a adaptação do trabalhador a trabalhos internos e externos, como demonstrado na Figura 25.

Figura 25: Desdobramento da análise ergonômica do trabalho



Fonte: Lida, 2005

4. Formulação do diagnóstico: Diagnóstico é o resultado da busca que venha a provocar os problemas apresentados na demanda estipulada. Como exemplo, podemos identificar problemas como absenteísmo, ruídos excessivos e baixa iluminação no posto de trabalho.

5. **Recomendações ergonômicas:** Estas recomendações são sugestões apresentadas com a finalidade de identificar situações causadoras de problemas estudados.

Os aspectos Internos são os característicos do trabalhador como, idade, sexo, formação, experiência, nível de estresse, dentre outros. Os aspectos externos são as condições nas quais a atividade é realizada, podendo ser divididos em três tipos principais: conteúdo do trabalho (regras e normas); organização do trabalho (horários, turnos); e meios técnicos (máquinas, ferramentas e postos de trabalho).

#### **2.4.2 Dimensionamento do posto de trabalho**

O dimensionamento do posto de trabalho é um fator primordial para uma boa qualidade de vida do trabalhador e da obtenção de produtos com qualidade. Para Saad (2008) postos de trabalho e produtos inadequados podem provocar tensões musculares, dores e fadiga, sendo necessário, dispositivos de ajustes para acomodar com conforto e segurança um número maior de usuários.

Vários aspectos devem ser considerados para o dimensionamento dos postos de trabalho, como a tarefa a ser desenvolvida, as medidas antropométricas dos trabalhadores que irão ocupar o posto de trabalho, os riscos de lesão inerentes à tarefa, a melhor postura para a execução da tarefa e principalmente, a análise das queixas e dores relatadas pelos trabalhadores.

A posição ereta é uma postura de trabalho que oferece vantagens, sendo menos cansativa, pois nela o corpo fica apoiado em diversas superfícies, como piso, assentos, encostos, braços da cadeira, altura da mesa, etc. Para este tipo de postura no trabalho o fator de maior importância é o assento. Para Lida (2005) assentos muito duros geram um aumento da pressão ao nível das tuberosidades esqueléticas, gerando assim fadiga e dores na região das nádegas, por outro lado, os assentos muito macios não permitem um equilíbrio adequado ao corpo, ou seja, não proporcionam um bom suporte. Já uma situação intermediária, com uma leve camada de estofados moldados a uma base rígida, mostrou-se benéfica. Conforme Lida (2005) esta situação reduz a pressão em aproximadamente 400%, além de um aumento na área de contato de 900 cm<sup>2</sup> para 1050 cm<sup>2</sup>, sem prejudicar a postura.

Dul & Weerdmeester (2014) descrevem as melhores características de um assento:

A altura do assento deve ser regulável com movimentos contínuos e suaves; na altura considerada boa a coxa deve estar apoiada no assento, sem que ocorra o esmagamento na parte inferior e os pés devem estar apoiados no chão; o encosto deve proporcionar apoio para a região lombar, deve haver um vão livre de 10 a 20 cm entre o assento e o encosto; o encosto deve ter uma altura de 30 cm;

Mesmo com todas as especificações e cuidados abordados sobre a postura sentada, pode-se levar em consideração que a postura mantida por um longo período é nociva, sendo também um dos fatores que pode acarretar uma grande variedade de doenças ocupacionais relacionadas ao trabalho.

Para Dul & Weerdmeester (2014) a realização do trabalho em pé deve ser realizada com a recomendação de que ocorra a alternância de posturas, devido à fadiga muscular decorrente da manutenção que a postura implica. Posições em pé devem ser alternadas com posições sentadas e andando. Seguem abaixo 4 meios sugeridos para aliviar problemas causados por posturas prolongadas:

Realizar variações das tarefas e atividades; realizar o trabalho alternando posturas, quando uma tarefa for realizada em uma longa duração o posto de trabalho deve ser projetado para que a atividade seja realizada com alternância entre a posição sentada e em pé, porém sem prejuízo à sua postura; alternar as posições sentadas, podendo utilizar diferentes tipos de cadeiras; utilizar selim para apoiar o corpo na posição em pé.

Segundo Lida (2005) a altura da bancada para execução do trabalho em pé depende da altura do cotovelo do trabalhador e do tipo de trabalho que se executa, podendo ser utilizadas medidas antropométricas para determinar a altura das mesmas, para Dul & Weerdmeester (2014) a altura da superfície da bancada para a execução da atividade na qual seja necessária muita utilização dos olhos, mãos e braços, a atividade deve variar de 0 a 15 cm acima da altura do cotovelo e para realizar atividades em que seja pouco necessária a utilização dos olhos e das mãos e braços a altura deve ser de 0 a 30 cm abaixo da altura dos cotovelos.

Nas superfícies de trabalho adequadas todos os itens necessários para a realização da tarefa devem estar localizados dentro do alcance dos braços. Para Dul & Weerdmeester (2014) as manipulações fora do alcance dos braços exigem movimentos do tronco e, para evitar isto os controles e peças devem situar-se dentro de um raio de alcance dos braços, ou seja, dentro de um raio de 50 cm o qual deve ser medido a partir da articulação entre o braço e o ombro, sendo o mesmo recomendado para atividades tanto em pé quanto sentado.

Para um melhor posicionamento das mãos e melhor utilização das ferramentas Dul & Weerdmeester; (2014) descrevem algumas orientações:

Selecione a ferramenta correta para a realização da atividade, ou seja, o melhor modelo e a postura adequada para que as articulações possam ser mantidas na posição neutra; não torça os punhos, utilize ferramentas curvas; não utilize ferramentas com cabos retos; as ferramentas manuais não devem exceder 2 kg, caso este valor se exceda, deve procurar aliviar o peso das mesmas; faça manutenção periódica nas ferramentas, isto pode contribuir para a redução da carga de trabalho; o formato da pega das ferramentas e a localização da pega devem proporcionar uma boa postura para as mãos e braços. Elas devem ter um diâmetro de 3 cm e um comprimento de 10 cm para que proporcione maior força com a palma das mãos. Devendo ser convexa para aumentar seu contato com as mãos; procure evitar atividades que sejam realizadas acima dos ombros. as mãos e os cotovelos devem permanecer abaixo do nível dos ombros e ter uma duração limitada; procure evitar realizar trabalhos com as mãos para trás.

As pegas de forças são classificadas em pega cilíndrica, pega esférica e pega em gancho, conforme a Figura 26:

Figura 26: Tipos de manejo



Fonte: Lida (2005)

Quando o punho fica inclinado por longo período, pode ocorrer infiltração nos nervos, resultando dores e sensações de formigamento nos dedos. Segundo o autor esses problemas ocorrem principalmente na utilização de ferramentas manuais.

Os membros superiores são compostos por: ombros, cotovelos, punhos e mãos, nos quais existem diversas estruturas que podem provocar situações patológicas de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. Segundo Dul & Weerdmeester, (2014) o trabalho



realizado por longos períodos, utilizando as mãos e braços em posturas inadequadas podem resultar em dores nos punhos, cotovelos e ombros.

Estas sugestões são para tentar minimizar o estresse dos membros superiores durante o trabalho e, desta forma, auxiliar na redução das lesões por esforço repetitivo e dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT). Infelizmente as atividades realizadas pelos membros superiores são cada vez mais frequentes, tendo como exemplo as atividades de levantamento de cargas, assim as recomendações servem como auxílio na prevenção destes distúrbios, desta forma deve-se procurar reduzir o número destes esforços durante a jornada laboral.

A manipulação de objetos utilizando pegas manuais pode proporcionar o agravamento ou a redução da ocorrência de algum tipo de trauma nas mãos. Segundo Saad (2008) existem diversos tipos de pegas, subdivididas, as em pinça de precisão e pegas de força.

### **2.4.3 Levantamentos de cargas**

Ao levantar uma carga com as mãos, o esforço é transferido para a coluna vertebral que vai descendo para a região lombar, pernas, chegando até os pés. A coluna é extremamente frágil, sendo capaz de suportar uma grande força na direção vertical, portanto a força sobre a coluna vertebral deve ser aplicada na direção vertical que é extremamente frágil para forças que atuam perpendicularmente, podendo provocar o seu cisalhamento, ou seja, toda a força na coluna deve ser aplicada na direção vertical. (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

O trabalhador recebe carga na direção vertical (axial), na posição inclinada produz duas componentes: uma na direção axial e outra na direção perpendicular que produz um efeito de cisalhamento, sendo extremamente prejudicial à coluna. O estudo procura eliminar ou reduzir os movimentos com cargas na direção perpendicular, que é prejudicial ao trabalhador e o levantamento de carga deve ser realizado com a coluna na posição vertical, usando a musculatura das pernas, por ser mais resistente que a musculatura da coluna (DUL & WEERDMEESTER; 2014).

Para Suíça (2004), após um estudo sobre ergonomia, a OMS, sugeriu aos trabalhadores que realizem movimentações que não prejudiquem a sua estrutura musculoesquelética, conforme sugerido abaixo:

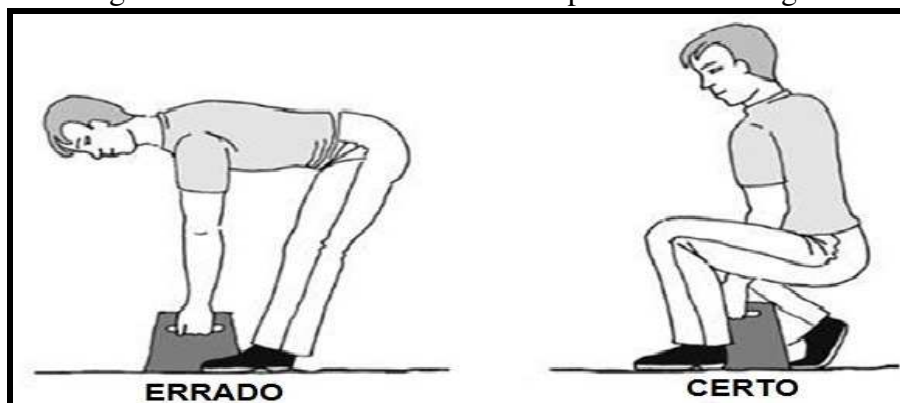
Ao levantar cargas, mantenha-as próximo ao corpo; levante-a com as duas mãos, mantenha a simetria do corpo e em posição vertical; ao levantar a carga mantenha o tronco reto, agachando e levantando; evite manipular materiais pesados em posturas prejudiciais (por exemplo, inclinando em um lado ou torcendo o corpo); para levantar e transportar cargas pesadas utilize sempre que seja possível, guias, elevadores, carretilhas, elevadores ou dispositivos similares; solicite a ajuda de outra pessoa para manipular materiais pesados e/ou volumosos.

A capacidade para movimentação de carga máxima varia de uma pessoa para outra, outro fator que influencia na movimentação está na postura corporal, para realizar uma atividade utilize as musculaturas das pernas, braços ou dorso. As mulheres possuem aproximadamente a metade da força dos homens para o levantamento de pesos (LIDA, 2005).

A capacidade de manuseio da carga também é influenciada pela localização da carga em relação ao corpo, além de outras características do produto como formas, dimensões e facilidade de manuseio (LIDA, 2005).

A Figura 27 mostra a postura correta para a realização do levantamento de carga.

Figura 27: Postura correta e incorreta para levantar carga



Fonte: Lida (2005)

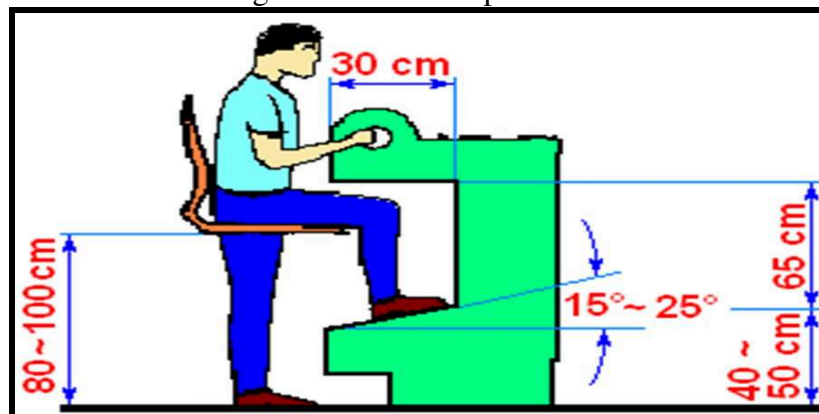
Os efeitos da carga de trabalho são inúmeros. Muitas posturas de trabalho exigem torções de tronco, que causam tensionamento dos discos existentes entre as vértebras. A carga assimétrica exige das articulações e músculos posicionados nos dois lados da coluna, posturas prolongadas e movimentos repetitivos por tempo prolongado, essas são condições que pode causar lesões localizadas provocadas pela fadiga muscular (AGAHNEJAD; LEITE; OLIVEIRA, 2014).

A torção do tronco é lesiva para as estruturas da coluna vertebral e tem efeito cumulativo, tanto no sentido de causar como de agravar uma ampla gama de distúrbios (SAAD, 2008).

Quando o trabalhador permanece em pé por um longo período, necessita requisitar todos os músculos de todo o corpo. Com base nestes pontos é verificado que é altamente recomendável um posto de trabalho onde o trabalhador possa alternar o seu trabalho em um período sentado e outro em pé. Na Figura 28 é apresentado o exemplo de um posto de trabalho ergonomicamente correto, onde o trabalhador pode alterar as posturas, sentada ou em pé. (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Lida (2005) apresenta os princípios de economia de movimentos, onde são demonstrados os pontos do corpo aos quais procuramos nos atentar e assim projetar um posto de trabalho ideal que venha a gerar pouco ou nenhum impacto ao operador, sendo para o corpo humano, arranjo do posto de trabalho e projeto das ferramentas e do equipamento.

Figura 28 Posto em pé e sentado



Fonte: Lugli, 2010

Lida (2005) apresenta os pontos sobre o uso do corpo humano:

As mãos devem iniciar e concluir os movimentos ao mesmo instante; as mãos não devem ficar paradas ao mesmo tempo; os braços devem mover-se em “direções” opostas e na mesma proporção; utilizar movimentos manuais simples; usar os movimentos (massa x velocidade) a favor do esforço muscular; realizar movimentos suaves, evitando mudanças bruscas de direções; os movimentos terminando em anteparos são mais fáceis e precisos que os movimentos “controlados”; o trabalho deve ser realizado em uma ordem compatível com o ritmo do corpo; os acompanhamentos visuais devem ser reduzidos.

Lida (2005) apresenta os pontos sobre o arranjo do posto de trabalho:

As ferramentas e materiais devem ficar em locais identificados e fixos; as ferramentas, materiais e controles devem localizar-se perto do local de uso. utilizar alimentação dos materiais por gravidade até o local de uso; as peças acabadas devem movimentar-se por gravidade; materiais e ferramentas devem ficar de acordo com a sequência de seu uso; a iluminação deve estar adequada para uma boa percepção visual; o posto de trabalho deve permitir o trabalho alternado em pé e sentado; o trabalhador deve ter uma cadeira que possibilite uma boa postura.

Lida (2005) apresenta os pontos sobre o projeto das ferramentas e do equipamento:

O trabalho das mãos deve ser trocado por dispositivos de fixação, gabaritos, etc; devem-se combinar duas ou mais ferramentas; as ferramentas e os materiais devem ser pré-posicionados para cada uma das atividades; as cargas de trabalho com os dedos devem ser distribuídas proporcionalmente; os controles, alavancas e volantes devem ser manuseados utilizando ao mínimo a postura do corpo e com a maior vantagem mecânica.

Com base nestes itens os objetos a serem utilizados devem estar dentro da área de alcance dos movimentos corporais do funcionário.

O posto de trabalho deve se ater a algumas recomendações básicas para prevenir dores e lesões osteomusculares, sendo:

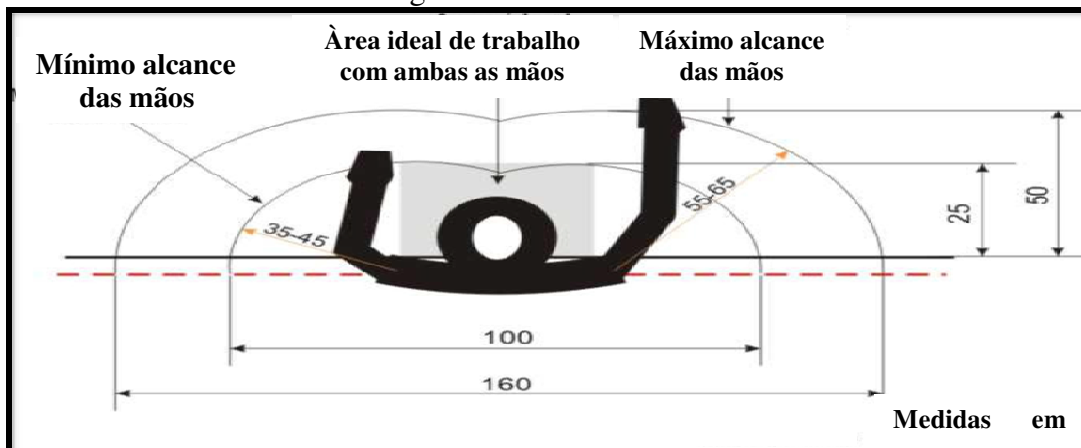
Os movimentos repetitivos devem limitar-se a 2000 por hora; frequências maiores que 1 ciclo/segundos prejudicam as articulações; eliminar/evitar tarefas com ciclos menores a 90segundos, eliminar/evitar tarefas repetitivas sob frio ou calor intenso; proporcionar micro pausas de 2 a 10 segundos. a cada 2 ou 3 minutos.

Lida (2005) apresenta os pontos sobre promover o equilíbrio biomecânico:

Mudar tarefas repetitivas com outras de ciclos mais longos; aumentar as tarefas, incluindo inspeção, registros, cargas e limpezas; não usar mais de 50% do tempo para a mesma tarefa; evitar movimentos de rápida aceleração, mudanças bruscas de direção ou paradas repentinas; evitar posturas inadequadas, alcances exagerados, cargas superiores a 23 kg.

A Figura 29 representa o alcance máximo das mãos para realizar uma tarefa.

Figura 29: Área ideal de trabalho



Fonte: LUGLI, 2010

Lida (2005) divide os locais de atuação em áreas, sendo classificados da seguinte forma:

Ótima: Nesta faixa a área pode ser traçada girando-se os antebraços em torno dos cotovelos com os braços formando um raio de 35 a 45 cm;

Boa: Nesta faixa a área pode ser traçada girando-se os antebraços em torno dos cotovelos com os braços formando um raio de 55 a 65 cm;

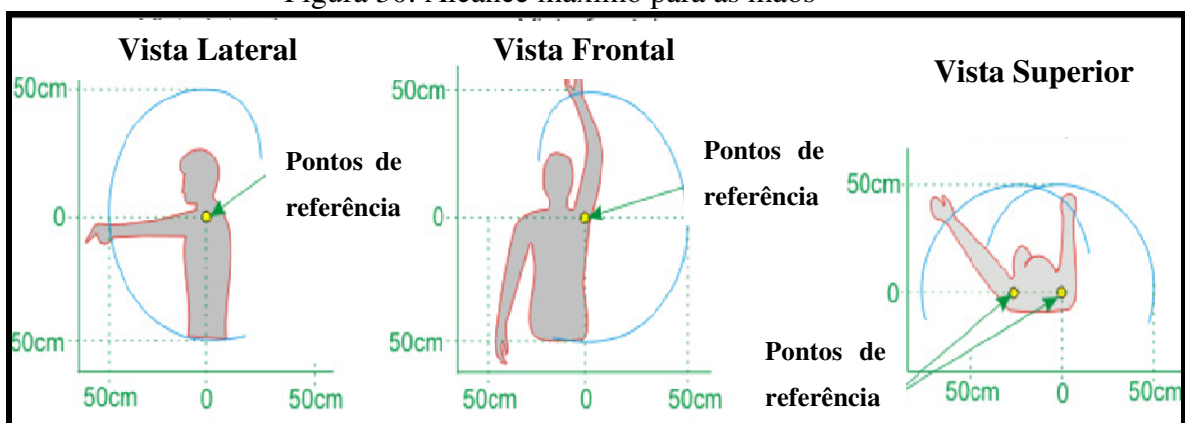
Atividades realizadas com um raio acima dos valores acima, podem ser prejudiciais aos membros do trabalhador, pois podem causar lesões aos mesmos.

Lida (2005) apresenta os pontos para evitar contrações estáticas da musculatura:

Permitir que o posto proporcione mudanças frequentes de postura; manter o corpo ereto, principalmente a cabeça na vertical; usar suportes para apoio dos braços e antebraços; providenciar fixações e apoios mecânicos para aliviar a ação de segurar.

A Figura 30 apresenta o alcance máximo para as mãos para uma atividade:

Figura 30: Alcance máximo para as mãos



Fonte: LUGLI, 2010

Para projetar um posto de trabalho ou instalações são necessários 3 níveis de estudo:

Nível 1: Projeto do macro-espço: realizados estudos sobre o espço global da empresa, define o fluxo geral de materiais, desde a entrada da matéria-prima até a saída dos produtos.

Nível 2: Projetos do micro-espço: a atenção é focalizada em cada unidade produtiva, no posto de trabalho.

Nível 3: Projeto detalhado: projeta ou seleciona os instrumentos de informação e de controle apropriados à natureza e às exigências do trabalho.

Lida (2005) apresenta os pontos para evitar o estresse mental:

Fixar prazos ou metas de produção real; evitar regulagens muito rápidas das máquinas; evitar excesso de controles e cobranças sobre os funcionários; evitar competições em excesso entre os membros do grupo. evitar aumento de remunerações por produtividade.

Lida (2005), identificou que mesmo seguindo as recomendações acima os projetistas ainda têm grandes dificuldades principalmente pela variabilidade das dimensões antropométricas da população e estas variações podem provocar posturas inadequadas e alcances forçados que ocasionam dores musculares, resultando em queda da produtividade. Segue modelo de como se deve obter as medidas de alcance para movimentação dos braços.

Para Lida (2005) as atividades que envolvem o projeto de um posto de trabalho detalhado, devem ser realizadas em um posto ergonomicamente preparado para que o operador possa realizar suas atividades com menos riscos, sendo:

- 1- Faça um levantamento sobre a tarefa, equipamento e ambiente usando técnicas como observações, entrevistas, questionários ou filmagens.
- 2- Identifique o grupo de usuários para realizar medidas antropométricas relevantes ou procure obtê-las em tabelas.
- 3- Determine as faixas de variações das medidas antropométricas para altura de assentos, superfícies de trabalho, alcances e apoios em geral.
- 4- Estabeleça prioridades para as operações manuais, colocando aquelas principais na área de alcance preferencial.
- 5- Providencie espaços adequados para acomodações e movimentação dos braços, pernas e tronco.
- 6- Localize os dispositivos visuais dentro da área normal de visão.
- 7- Verifique a entrada e saída de materiais e de informações de/para outros postos de trabalho.

8- Elabore um desenho do posto de trabalho em escala e posicione os seus principais componentes.

9- Construa um modelo (*mock-up*) em tamanho natural para testes com pessoas.

10- Construa um protótipo para testes em condições reais de operação.

Os projetos dos locais de trabalho têm sido realizados tradicionalmente com a finalidade de utilizar as máquinas para produzir de forma eficiente e para que seja feita uma rápida movimentação dos produtos por outro lado, como as pessoas têm condições de mobilidade e são consideradas adaptáveis aos locais de trabalho, acabando recebendo menos atenção (AGAHNEJAD; LEITE; OLIVEIRA, 2014).

Os fatores de risco são situações que existem no local de trabalho, criadas intencionalmente ou não, as quais porém podem causar prejuízo a saúde e ao bem-estar, refletindo nos trabalhadores após a jornada de trabalho (AGAHNEJAD; LEITE; OLIVEIRA, 2014).

A análise ergonômica tem desempenhado um papel fundamental na compreensão das atividades em todos os níveis hierárquicos, no que tange as consequências para o corpo humano e no entendimento das relações entre homem e trabalho. Os estudos relacionados a aspectos físicos cognitivos e emocionais envolvendo as atividades exercidas no ambiente de trabalho proporcionam a identificação de problemas e soluções que visem à melhoria contínua das atividades executadas tanto no posto de trabalho quanto fora dele.

## **2.5 Ferramentas ergonômicas**

A ergonomia focaliza o homem, suas condições de insegurança, puxando, empurrando e levantando cargas, levando em consideração fatores ambientais, como: ruídos, vibrações, iluminação, agentes químicos, clima, informações captadas pela visão, audição e outros sentidos, e na área de controle como cargos a tarefas adequadas e interessantes, permitindo projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Os profissionais de ergonomia se deparam com casos onde é necessário “quantificar” uma situação de trabalho analisada, onde podemos citar a quantificação do levantamento manual de cargas, que ainda nos dias de hoje é uma das maiores causas de disfunções músculo esqueléticas nos trabalhadores. (PEGATIN, 2008).

Para melhorar a análise foi criada a ferramenta de identificação de levantamento de cargas denominada “equação de levantamento” do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), a qual é aceita em diversos países. Esta ferramenta foi concebida para avaliar a demanda física das tarefas de levantamento manual de cargas e para estimar o risco de lesões por sobrecarga e lombalgia relacionadas. (TEIXEIRA, 2011).

### 2.5.1 A equação NIOSH

A equação do *National Institute for Occupational safety and Health* (NIOSH) surgiu na década de 80, devido à grande preocupação do governo dos Estados Unidos quanto a incidência de doenças musculoesqueléticas. Assim sendo, pesquisadores reuniram-se para a formulação de um método de prevenção consistente sobre o assunto, priorizando a promoção da saúde e o combate as doenças do povo norte americano. O que deveria contar com quatro critérios básicos:

Epidemiológico: Estudo de doenças provocadas pelos movimentos de levantamento de cargas que procura encontrar a causa-efeito ou causa-doença e, desta forma encontrar condições para reduzir e até mesmo eliminar esta incidência de doença ao trabalhador;

Psicológico: Considera o comportamento humano em uma determinada situação, muitas vezes a imposição para realizar determinadas tarefas pode vir a agravar problemas relativos à ergonomia nos determinados postos de trabalho;

Biomecânico: Aborda estruturas dos sistemas biológicos, que envolvam conceitos relevantes a métodos e leis da mecânica que influenciam o corpo humano;

Fisiológico: Estuda as funções do organismo, procura por meios de estudo dos desgastes fisiológicos dos exercícios, verifica o desgaste do operador e o organismo em relação à atividade física no posto de trabalho. (LIDA, 2005)

A fórmula inicial foi criada em 1981, mas era muito limitada, tendo como referência uma altura vertical ideal de 75 cm do chão e uma distância horizontal de 15 cm desde o ponto médio entre os tornozelos e o local da pega. Em 1991 ela foi revisada e alguns valores foram acrescentados, além de outras variantes, continuou a utilizar 75 cm para a altura vertical; a distância horizontal para a pega foi alterada de 15 cm para 25 cm, na equação inicial referindo-se ao peso máximo recomendável para a elevação de carga, a constante de peso era 40 kg, passando para 23 kg. A redução do peso ocorreu pelo aumento da distância horizontal de 15



para 25 cm, esta equação seria aceitável para 90% das mulheres e dos homens. Estimou que este peso, em condições ideais resultaria em uma compressão discal menor que 3,4 kn, tornando sua aplicação mais ampla, contemplando tarefas de elevação não simétrica, aplicável em condições diversas de pega dos objetivos e a contemplar maiores amplitudes na duração do trabalho e na frequência das elevações (WATERS; ANDERSON; GARG, 1994).

Ao descrever o método NIOSH para levantamento do peso, as pesquisas sobre levantamento de peso determinam a carga máxima tolerável nas seguintes posições: agachado 15 kg, flexionado 18 kg e nas melhores condições de 23 kg, altura inicial da carga antes de ser transportada deve ser de 75 cm, para que o trabalhador não curve a 40 cm; a carga deve estar próxima do corpo; a carga deve possuir alças para uma melhor pega das mãos; evitar rotações na coluna; a frequência não deve ser superior a um minuto (BRASIL, 2011).

A Tabela 9 apresenta uma comparação entre a equação de 1981 e a de 1991.

Tabela 9: Comparação da fórmula NIOSH de 1981 e a revisada em 1991

<b>FÓRMULA</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>
<b>Altura vertical</b>	75 cm	75 cm
<b>Distância horizontal</b>	15 cm	25 cm
<b>Peso constante</b>	40 Kg	23 Kg
<b>Aceitável</b>	Limitado	90% Homens e Mulheres

Fonte: Autor

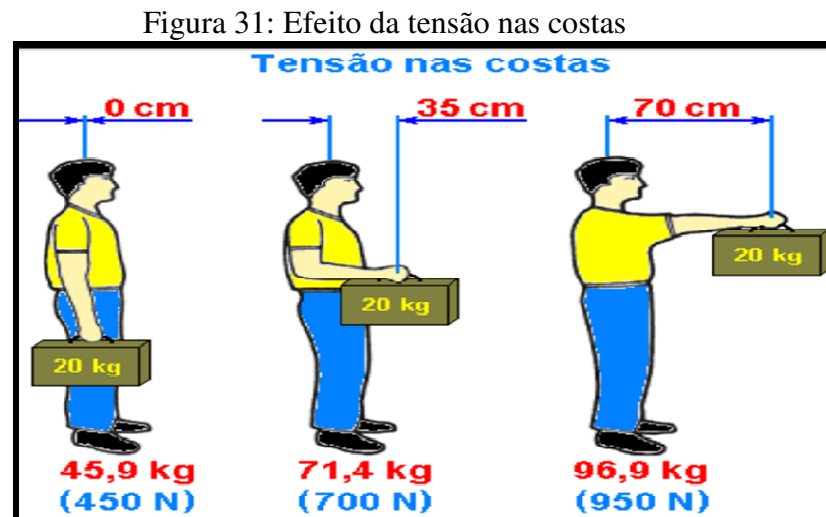
Ficou estabelecido um critério para determinar o peso ideal de carga. Este método estabelece para uma situação no levantamento manual de cargas, por meio da medição da condição ergonômica na qual o trabalhador vai executar esta tarefa, um Limite de Peso Recomendado (LPR), e o Índice de Levantamento (IL) que define o risco de lesão ao realizar esta atividade, conforme ilustra a Figura 31, o efeito da tensão nas costas de acordo com a distância entre a carga e o operador.

Os valores de IL foram estipulados da seguinte forma:

Menor que 1,0: Chance mínima de lesão, o trabalhador estará em situação segura;

1,0 a 2,0: Médio risco de lesão, observar e identificar condições de melhorias;

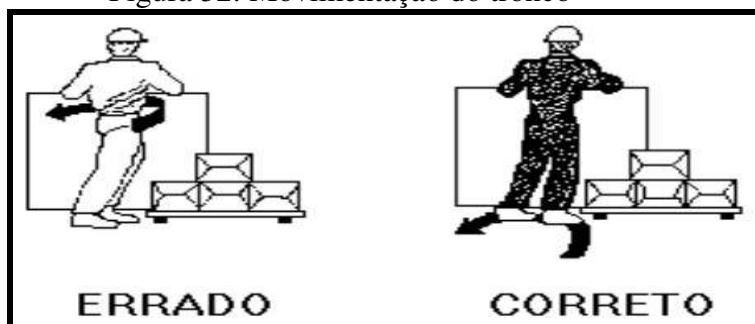
Maior que 2,0: Aumenta o risco de lesão na coluna e no sistema musculo-ligamentar, providências devem ser tomadas para melhorias na atividade (WATERS; ANDERSON; GARG, 1994).



Fonte: LUGLI, 2010

A equação de levantamento não considera o fator de levantamento realizado com apenas uma das mãos, sendo aplicada em movimentação de cargas com ambas as mãos, porém a utilização de apenas uma das mãos acontece com frequência em atividades de movimentação de cargas. Com base nesta necessidade de verificação a equipe técnica da clínica *Del Lavoro*, sediada na cidade de Milão demonstra que ao obter o valor encontrado pela fórmula de NIOSH, aplicar a este valor o multiplicador de 0,6, desta forma consegue-se obter um valor mais aproximado ao realizar a atividade com apenas uma das mãos. A utilização da fórmula de NIOSH tem com vantagem a fácil visualização de cada um dos itens de forma separada e a obtenção de seus valores, permitindo uma rápida atuação da ergonomia de forma efetiva e direcionada aqueles itens que apresentam valores muito abaixo do esperado, Agahnejad; Leite; Oliveira, (2014) como exemplo, se os valores recomendados para a movimentação horizontal estiverem baixos, a aproximação da carga do trabalhador irá possibilitar um aumento deste multiplicador e desta forma, obter-se-á uma melhoria significativa das condições de trabalho. A Figura 32 demonstra a condição correta para movimentar o tronco ao manusear uma carga.

Figura 32: Movimentação do tronco



Fonte: Brasil, 2001

Segundo os pesquisadores uma carga abaixo dos limites recomendados, gera os seguintes benefícios:

A incidência de lesões e acidentes não aumenta significativamente; a carga de compressão da coluna é tolerada pela maioria dos trabalhadores jovens e em boas condições de saúde; 90% das mulheres e dos homens são muscularmente capazes de levantar cargas (WATERS; ANDERSON; GARG, 1994).

Couto (2007) afirma que este índice de abrangência para a equação torna-se um pouco diferente em relação aos gêneros, pois o biótipo do homem apresenta uma significativa diferença com relação ao da mulher, para ele mais de 75% das mulheres e 95% dos homens são muscularmente capazes de levantar cargas conforme apresentam os dados da equação NIOSH.

Para a aplicação dos cálculos NIOSH, são estipuladas as seguintes condições:

As elevações devem ser feitas com suavidade, sem movimentos bruscos; condições térmicas e visuais favoráveis; boas condições mecânicas – piso plano e sem obstruções oferecendo boa aderência ao calçado; (WATERS; ANDERSON; GARG, 1994).

Para o cálculo existem alguns itens que não são aplicáveis:

Em tarefas onde é utilizada para elevação apenas uma das mãos, na posição de sentado ou agachado, ou ainda elevações em espaço que obriguem uma postura desfavorável; não contemplam a elevação com objeto muito quente ou frio; a superfície de contato do calçado com o solo tem um coeficiente de fricção estática, de no mínimo,  $0,4\mu_s$ ; não inclui circunstâncias imprevistas; ambiente físico desfavorável (temperatura entre  $19^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa, entre 35% e 50%); não incluída tarefas que implicam elevações rápidas (>15 elevações por minutos) (WATERS; ANDERSON; GARG, 1994)

Silva (2014) comenta que é obvio que todo programa computacional seja mais simples e rápido para obtenção do cálculo final, tanto em Excel quanto em *softwares* específicos para este

tipo de análise, deve-se compreender como esta fórmula é aplicada e como realizar este cálculo sem a utilização de programas para a análise. A Tabela 10 apresenta o fator determinado para a frequência carga/min, com relação a duração do trabalho e a frequência de movimentação da carga por minuto.

Após vários estudos chegou à fórmula, sendo demonstrada na Figura 33:

FDH: Corresponde a distância horizontal (em cm) entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os dois tornozelos. Calcula-se dividindo a constante 25 pela distância mensurada. Assim se a carga está em 30cm de distância do corpo, assim tem-se:

$$(25/30) = 0,83 \quad \text{Fator de multiplicação} \quad (1)$$

FAV: Corresponde a distância da altura vertical (em cm) das mãos com relação ao solo no início do levantamento. Sendo:

$$1. -(0,003. [v-75]) \quad \text{Para alturas acima de 75 cm} \quad (2)$$

$$1. -(-0,003. [v-75]) \quad \text{Para alturas até 75 cm} \quad (3)$$

O levantamento de uma caixa sobre um *pallet* de 20 cm:

$$1. -(-0,003. [20-75]) = 0,835 \quad \text{Fator de multiplicação} \quad (4)$$

FDVP: Corresponde a distância vertical percorrida desde o início do levantamento até o término da ação, sendo:

$$(0,82 + 4,5/D) \quad \text{Fator da distância vertical} \quad (5)$$

Onde “D” é a distância total percorrida. Ex: Em trabalhos de sacarias, onde esteiras rolantes, a condição inicial encontra-se em 200 cm (2 metros), e coloca em um *pallet*, a 40 cm de altura, teremos: altura inicial 200 cm – altura final 40 cm = distância percorrida “D” (160 cm). Devemos substituir na seguinte fórmula:

$$(0,82 + 4,5/160) = 0,85 \quad \text{Fator de multiplicação} \quad (6)$$

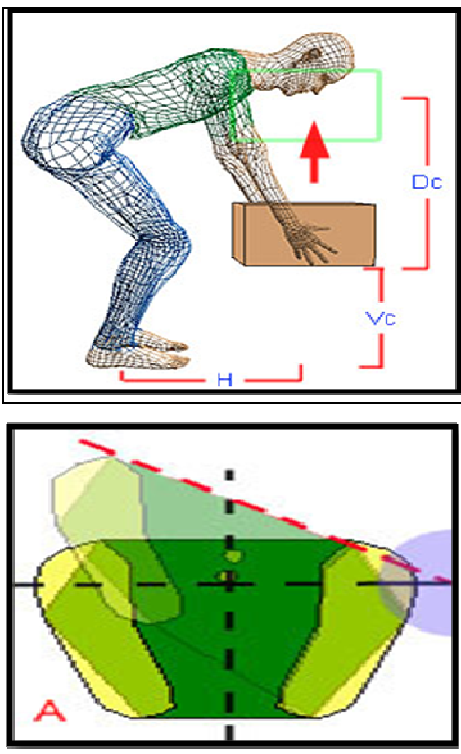
FRLT: O fator de rotação lateral do tronco, onde verifica a rotação em graus durante o transporte de carga. A fórmula de cálculo é:

$$1 - (0,032 \cdot A) \quad \text{Fator de rotação lateral do Tronco} \quad (7)$$

Ex: Se um funcionário realiza uma pega a sua frente e leva até uma esteira lateral esse ângulo pode aproximar-se de  $90^{\circ}$ , então:

$$1 - (0,032 \cdot 90) = 0,71 \quad \text{Fator de multiplicação} \quad (8)$$

Figura 33: Fórmula NIOSH

<b>LPR = Cc X FDH X FAV X FDVP X FRLT X FFL X FQPC</b>	
● <b>Cc</b> - Constante de carga (23 Kg)	
● <b>FDH</b> - Fator distância horizontal do indivíduo: $25/H$	
● <b>FAV</b> - Fator altura vertical da carga $1 - (0,003x[Vc-75])$	
● <b>FDVP</b> - Fator distância vertical percorrida da origem ao destino: $(0,82 + 4,5/Dc)$	
● <b>FRLT</b> - Fator rotação lateral do tronco: $1 - (0,0032 A)$	
● <b>FFL</b> - Fator frequência de levantamento (tabela 1)	
<b>FQPC</b> - Fator qualidade da pega (tabela 2)	
<b>Então:</b> $LPR = 23x(25/H) x 1-(0,003x[Vc-75]) x (0,82+4,5Dc) x 1-(0,0032A) x (tab1) x (tab2)$	

Fonte: Silva, 2014

**FFL:** O Fator de frequência de levantamento é obtido por meio de uma tabela pré estabelecida. Na Tabela 10 deve-se observar quantas vezes o funcionário realiza o levantamento dentro de um minuto, a duração desta distância vertical (V) em que o levantamento acontece.

Tabela 10: Frequência de carga/min

FREQUÊNCIA CARGA/MIN. (F)	DURAÇÃO DO TRABALHO					
	<= 1 HORA		> 1 E <= 2 HORAS		> 2 E <= 8 HORAS	
	V < 75	V >= 75	V < 75	V >= 75	V < 75	V >= 75
<= 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,31	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
< 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Waters; Anderson; Garg. 1994

FQPC: O Fator qualidade de pega da carga segue alguns aspectos qualitativos, sendo: boa, razoável ou pobre, da distância que o levantamento acontece, conforme a Tabela 11:

Tabela 11: Tipo de pega

TIPO DE PEGA	MULTIPLICADOR DA PEGA (CM)	
	V < 75CM	V >= 75 CM
<b>BOA</b>	1	1
<b>RAZOÁVEL</b>	0.95	1
<b>POBRE</b>	0.9	0,9

Fonte: Waters; Anderson; Garg, 1994

A avaliação da equação de levantamento do método NIOSH deve ter os dados verificados para que não ocorra diferença nos valores, pois os erros de medição de cada variável afeta o limite de peso recomendado (LPR), de diferentes formas, onde um erro de diferença de 10 cm na distância horizontal (H) pode significar um erro de 30% no LPR, porém um erro de 10 cm na distancia vertical (V), resulta em no máximo 3% de erro no valor do LPR. Um erro de 10 graus na definição do ângulo de assimetria resulta em no máximo 3,2% do LPR. Um erro na definição da duração pode afetar em até 40% do LPR. Na qualidade da pega resulta em um erro máximo de 10% do LPR (TEIXEIRA, 2011). A Tabela 12, apresenta as diferenças e a influência sobre o LPR.

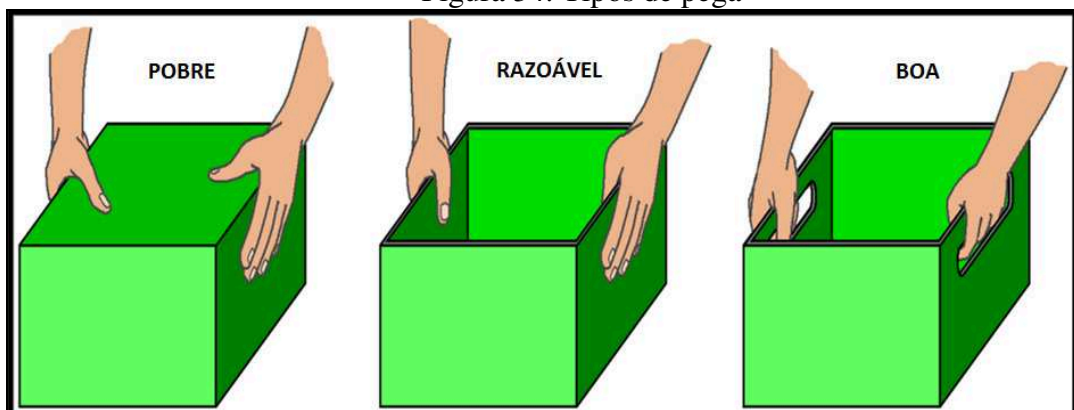
Tabela 12: Diferenças na posição que influenciam o LPR

DIFERENÇA	POSIÇÃO	PORCENTAGEM SOBRE O LPR
10 cm	Distância horizontal	30%
10 cm	Distância vertical	3%
10 Graus	Ângulo de assimetria	3,2% (máximo)
Erro	Frequência	40% (até)

Fonte: Autor

No método NIOSH, tem-se o índice de levantamento (IL), que determina se uma atividade pode apresentar risco de lesão músculo esquelética. Muitas pessoas imaginam que o índice apresentado de 23 kg na fórmula é o peso ideal (SILVA, 2014). A Figura 34 apresenta as formas e tipos de pega.

Figura 34: Tipos de pega



Fonte: LUGLI, 2010

Conforme Teixeira (2011) calculado o limite de peso recomendado (LPR) em quilogramas para uma tarefa específica, este é comparado ao peso da carga real levantada (PC). Essa relação entre a carga levantada e o limite de peso recomendado fornece o IL, índice de levantamento, que representa uma estimativa do estresse físico associado à tarefa a ser realizada, como na equação:

$$IL = PC/LPR \qquad \text{Índice de Levantamento} \qquad (9)$$

Na Interpretação da Tabela 13, obtém-se os resultados sobre riscos de Lesão:

Tabela 13: Risco de lesão

IL menor que 1	Condição Segura	Chance Mínima de Lesão
IL entre 1 e 2	Condição Intermediária	Médio Risco de Lesão
IL acima de 2	Condição Insegura	Alto Risco de Lesão

Autor: Waters; Anderson; Garg, 1994

Quando ocorre a divisão do trabalho para pegar uma carga de 20, 30 ou 50 kg reduz-se o torque e a força de compressão sobre a coluna lombar em aproximadamente 20%, comparado com a mesma movimentação de carga de 10, 15 ou 25 kg, realizada por apenas uma pessoa (TEIXEIRA, 2011).

O cálculo da equação de levantamento pode ser utilizado para algumas situações, mas não pode ser restringido somente a elas:

Análise de postos de trabalho; perícias ocupacionais; priorização de riscos entre diversos postos; adequação à legislação; simulação de projetos de melhoria; considerações finais.

## 2.6 Normas e legislação

Muitos conceitos sobre ergonomia foram convertidos em normas, podendo ser encontradas em vários países como as Normas ISO (*Internacional Standardization Organization*); normas européias EN da CEN (*Comite Européen de Normatisation*), ANSI *American National Standards Institute*, (Estados Unidos); BSI *British Standards Institution*



(Inglaterra); além das Normas específicas de ergonomia, aplicadas em várias empresas que identificaram os ganhos futuros relativos a este conceito. (DUL & WEERDMEESTER, 2014).

Seguem abaixo itens da norma que se refere ao trabalho proposto.

A norma regulamentadora 17, cujo título é Ergonomia, visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às condições psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. A (NR) 17 tem a sua existência jurídica assegurada, de acordo com a legislação ordinária, estando identificado no artigo 198, onde aponta que o peso máximo para movimentação individual de carga é de 60 kg, da seção XIV item, da prevenção a fadiga da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) referente a homens e no artigo 390 para os direitos da mulher, sendo vedado empregar a mulher em serviços que demandem esforço muscular superior a 20 kg, para o trabalho contínuo, ou 25 kg para trabalhos ocasionais, sendo a equação NIOSH uma ferramenta fundamental para que sejam atendidas as recomendações exigidas pela legislação e normas sobre o assunto.

### **2.6.1 Documentos complementares**

Estes documentos abaixo apresentam referências quanto a Ergonomia:

Capítulo V do Título II da CLT - Refere-se à Segurança e Medicina do Trabalho; convenção OIT (Organização Internacional do Trabalho) 127 - Peso máximo das cargas que podem ser transportadas por um só trabalhador; instrução Normativa INSS/DC nº 98, de 05 de dezembro de 2003 – Aprova Norma Técnica sobre Lesões por Esforços Repetitivos (LER) ou Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) em substituição da Ordem de Serviço INSS/DSS nº 606/98; nota Técnica MTE/SIT/DSST nº 060, de 03/09/01 - Ergonomia – indicação de postura a ser adotada na concepção de postos de trabalho; portaria MPAS nº 4.062, de 06/08/87 - Reconhece a Tenossinovite como doença do trabalho.

A ergonomia é a disciplina científica que procura entender as interações entre os trabalhadores e os outros elementos de um sistema e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para projetar de modo a aperfeiçoar o bem-estar dos homens e a eficiência total do sistema. Ao empregador é obrigado a realizar análise ergonômica dos postos e métodos de trabalho, estes são um dos documentos obrigatórios que podem ser exigidos pelos auditores fiscais do trabalho.

A análise ergonômica do trabalho, também conhecida pela sigla (AET), deve conter as seguintes etapas:

Análise da demanda e do contexto; análise global no seu contexto das condições técnicas, econômicas e sociais; análise da população de trabalho; definição das situações de trabalho a serem estudadas; descrição das tarefas prescritas, das tarefas reais e das atividades; análise das atividades - elemento central do estudo; diagnóstico; validação do diagnóstico; recomendações; simulação do trabalho com as modificações propostas; avaliação do trabalho na nova situação.

Conforme determinado na norma regulamentadora 17, seguem alguns itens desta norma que são relevantes para o trabalho em questão, pois abordam pontos onde a metodologia NIOSH é aplicada.

Segundo o item 17.2.1.1, o transporte de cargas manual é denominado para o qual todo o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador.

O item 17.2.1.2, o transporte manual de cargas regular designa a atividade realizada de forma contínua ou mesmo de forma descontínua.

O item 17.2.1.3, define que os trabalhadores considerados jovens são os maiores de quatorze e inferiores a dezoito anos.

O item 17.2.5, determina que, para não comprometer a saúde e a segurança o transporte manual de cargas deve ter um peso máximo nitidamente inferior para as mulheres e jovens em relação ao admitido para os homens.

O item 17.4, refere-se a equipamentos dos postos de trabalho.

O item 17.5, refere-se a condições ambientais do trabalho.

O item 17.6.3, determina em relação as sobrecargas realizadas nos músculos de forma estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros a partir da análise ergonômica do trabalho, o seguinte:

Todo e qualquer sistema de avaliação de desempenho para efeito de remuneração e vantagens de qualquer espécie deve levar em consideração as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores; devem ser incluídas pausas para descanso; após qualquer tipo de afastamento igual ou superior a 15 dias, a exigência de produtividade no retorno do trabalhador, deverá ser gradativa em relação aos níveis de produção vigentes na época anterior ao afastamento. (MANUAIS DE LEGISLAÇÃO, 2013).

### **3.0 METODOLOGIA**

Os capítulos foram construídos de forma a identificar de forma clara, observando uma ordem lógica com embasamentos em livros e artigos científicos fundamentados nas construções teóricas Traldi (2011). Os capítulos seguiram uma ordem cronológica abordando a evolução da ergonomia, passando pela definição do termo, apresentando para conclusão o estudo de caso para confirmar a sua importância e a melhoria nas atividades de trabalho ao observá-la.

Embasamento teórico: extraído por meio de uma pesquisa bibliográfica; análise crítica comparativa de obras e teoria existente; baseado em pesquisas exclusivamente bibliográficas;

Estudo de Caso: o estudo procura comparar a teoria com a prática em um estudo de um caso real, com definição e teste de uma fundamentação teórica. bibliográfica / documental, onde foram estudados vários livros, normas, artigos, legislação etc.; Servindo de alicerce a necessidade de uma melhor abordagem da ergonomia pela sociedade e, desta forma procurar quebrar paradigmas referentes à sua utilização.

Numa 2ª fase conta com um estudo de caso que demonstra de forma prática os ganhos ergonômicos para os operadores e a redução de possíveis afastamentos ou acidentes permanentes ao trabalhador.

O estudo de caso apresenta o processo de movimentar caixas de papelão, pesando 20 kg, de uma mesa de montagem e posteriormente a movimentação para o carrinho de transporte. Esta atividade será a base da utilização da metodologia da equação NIOSH, apresentando os impactos ergonômicos para o funcionário. Com base nesta avaliação inicial serão realizadas melhorias, comparando se os dados iniciais e as mudanças realizadas, com o objetivo de mostrar que melhorias simples fazem muita diferença para o corpo humano.

#### **3.1 Aplicação da metodologia NIOSH**

A metodologia foi aplicada em uma indústria alimentícia situada na região do Vale do Paraíba, com processo de produção contínuo.

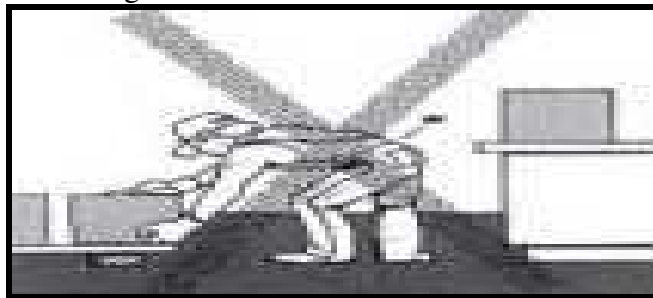
Utiliza-se como base de estudo as caixas dos produtos prontos com peso de 20 kg, sendo realizada a movimentação das caixas, envolvendo as seguintes etapas: pegar a caixa da mesa e movimentar até o corpo, o que denomina-se de origem e da mesa para o carrinho de transporte, o que denomina-se destino. Estas movimentações foram realizadas a cada minuto,

totalizando 60 caixas por hora. O trabalho é realizado de segunda a sexta-feira. As caixas são colocadas em um carrinho para transporte em pilhas formada por 5 caixas umas sobre as outras.

Foram definidas algumas etapas para análises de melhorias e a partir destes valores foram estabelecidas melhorias a curto, médio e longo prazo, para que fosse identificado e posteriormente aumentado o LPR para a atividade, definindo e reduzindo o IL, desta forma gerando um maior conforto para a realização do trabalho e um menor desgaste ao operador, reduzindo a fadiga, o absenteísmo e em contrapartida obtendo um ganho expressivo na produtividade. As medições de LPR e IL são realizadas com base primeiramente na origem, ou seja, no ponto onde o trabalhador pega a caixa e posteriormente a medição do destino, com base na distância de movimentação da carga até o ponto de repouso da caixa, onde obtém-se os pontos médios da atividade, assim como o valor médio do índice de levantamento (IL).

A Figura 35, apresenta uma postura incorreta na movimentação de cargas.

Figura 35: Postura incorreta.



Fonte: Brasil, 2001

Algumas características importantes para definir as diretrizes do trabalho:

O FAV (fator da altura vertical), ou seja, a altura da mesa onde fica a caixa é de 100 cm;

O FRLT (fator de rotação lateral do tronco), ou seja, o ângulo de movimentação do operador para esta atividade foi de  $0^{\circ}$  grau.

O FDH (fator de distância horizontal), ou seja, a distância entre o tronco e a pega teve o valor inicial de 40 cm.

O FDVP (fator de distância vertical percorrida). A distância vertical percorrida obteve algumas alterações devido à movimentação das caixas da mesa até o ponto de colocação da caixa ao carrinho de transporte.

O FFL (fator de frequência de levantamento), retirado da Tabela 10.

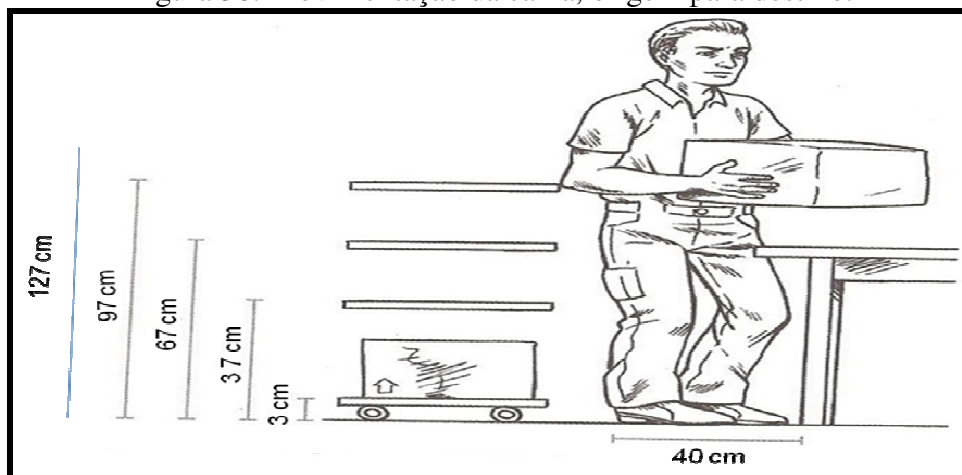
O FQPC (fator de qualidade da pega), retirado da Tabela 11.

A primeira verificação foi realizada sem nenhuma alteração, para se obter uma base inicial e como referência para as atividades de melhorias.

A identificação da origem foi realizada conforme o projeto idealizado pelos proprietários da empresa, sem nenhuma mudança.

Para o destino foram apresentados os seguintes valores conforme Figura 36:

Figura 36: Movimentação da caixa, origem para destino.



Fonte: Campos, *et. al* 2006

A caixa tem uma altura de 30 cm, e percorre uma distância de 97 cm entre a mesa e a base do carrinho que fica próximo ao chão, a segunda percorre uma distância de 67 cm, a terceira percorre, 37 cm a quarta percorre 07 cm e a quinta 23 cm acima da mesa.

O fator de pega, conforme a Tabela 10, teve os valores definidos de acordo com a distância da movimentação das caixas.

O fator de frequência de levantamento (FFL) foi de uma caixa a cada 1 minuto.

Com base nestes cálculos obtiveram-se valores referentes ao LPR e ao IL, e sendo 5 os movimentos obteve-se a média para os valores verificados, assim chega-se aos seguintes valores para as movimentações em origem e destino:

Fórmula Geral:

$$LPR = 23 \cdot FFL \cdot FDH \cdot FRLT \cdot FAV \cdot FDVP \cdot PQPC \quad \text{Limite peso recomendado} \quad (10)$$

Cálculo dos Fatores:

$$1^{\circ} \text{ Cálculo} = 23 = \text{Constante da fórmula NIOSH};$$

2<sup>o</sup> Cálculo= Fator de frequência de levantamento (FFL) é realizado a cada 1 minuto, assim:

Conforme Tabela 10 levantamento de carga o fator estimado é = 0,75;

3<sup>o</sup> Cálculo: Fator de distância horizontal:

Fórmula:

$$FDH = 25/H \quad \text{Fator distância horizontal} \quad (11)$$

$$FDH = 25/40 \quad (12)$$

$$FDH = 0,625 \quad (13)$$

4<sup>o</sup> Cálculo: Fator da rotação lateral (FRLT);

Fórmula:

$$FRLT = (1 - 0,032 \cdot A) \quad \text{Fator de Rotação Lateral} \quad (14)$$

$$FRLT = (1 - 0,0032 \cdot 0^0) \quad (15)$$

$$FRLT = 1 \quad (16)$$

5<sup>o</sup> Cálculo: Fator altura vertical da carga (FAV);

Fórmula:

$$FAV = 1 - (0,0032 \cdot [v - 75]) \quad \text{Fator altura vertical da carga} \quad (17)$$

$$FAV = 1 - (0,003 \cdot [100-75]) \quad (18)$$

$$FAV = 1 - (0,003 \cdot [25]) \quad (19)$$

$$FAV = 1 - (0,075) \quad (20)$$

$$FAV = 0,925 \quad (21)$$

6<sup>o</sup> Cálculo: Fator da distância percorrida da origem até o destino (FDVP).

Fórmula:

$$FDVP = (0,82 + 4,5/DC) \quad \text{Fator da distância percorrida} \quad (22)$$

$$FDVP = (0,82 + 4,5/10) \quad (23)$$

$$FDVP = 1,27 \quad (24)$$

OBS: Na Fórmula NIOSH, quando o fator for maior que 1, ele continua em 1.

7<sup>o</sup> Cálculo: Fator da qualidade de pega da carga (FQPC),

Dados obtidos conforme a Tabela 11.

Na pega razoável, a distância a ser percorrida é superior a 75 cm o fator fica em 1.

Aplicando a Fórmula:

$$LPR = 23 \cdot FFL \cdot FDH \cdot FAV \cdot FDVP \cdot PQPC \quad (25)$$

$$LPR = 23 \cdot 0,75 \cdot 0,625 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 \quad (26)$$

$$LPR = 9,97 \text{ kg} \quad (27)$$

Para o cálculo do índice de levantamento deve seguir a seguinte fórmula:

$$IL = PC / LPR \quad \text{Cálculo Índice de Levantamento} \quad (28)$$

$$IL = \frac{20 \text{ kg}}{9,97 \text{ kg}} \quad (29)$$

$$IL = 2,01 \quad (30)$$

A Tabela 14 apresenta os valores encontrados em LPR e IL, para a atividade inicial de origem:

#### ORIGEM

Tabela 14: LPR e IL para atividade inicial origem

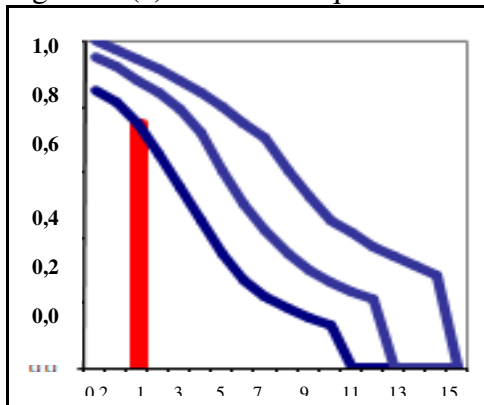
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
		23	0,750	0,625	1,0	0,925	1,0
LPR (Limite de Peso Recomendado)	9,97			IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO	PESO Real (kg)	20,00	2,01
					LPR (kg)	9,97	

Fonte: Autor

Este índice apresenta o ponto onde o trabalhador retira a caixa da mesa para uma posterior movimentação, onde o limite de peso recomendado (LPR) para a atividade com base na movimentação a ser realizada pelo corpo humano com chance mínima de lesão está

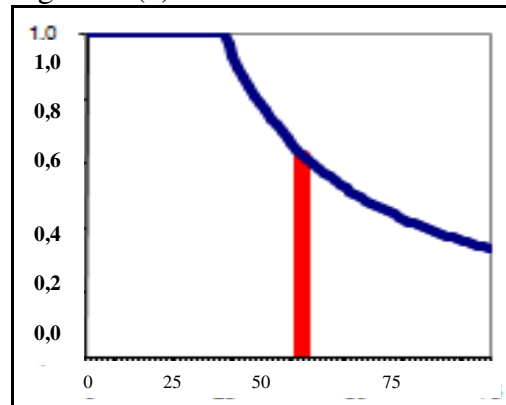
condicionado a 9,97 kg, porém o peso da carga está condicionado a 20 kg, desta forma obtém-se um índice de levantamento (IL) de 2,01, representando uma alta possibilidade de lesão, sendo necessária uma revisão no posto de trabalho na condição na posição de origem. Estão representados graficamente cada uma dos componentes através dos gráficos encontrados na postura de trabalho inicial apresentados nas Figuras 37(a), até a figura 37(f).

Figura 37(a): Valores frequência de levantamento



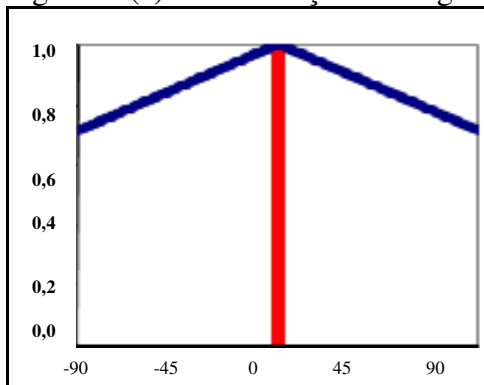
Fonte: *Software Excel (Autor)*

Figura.37(b) Fator distância horizontal



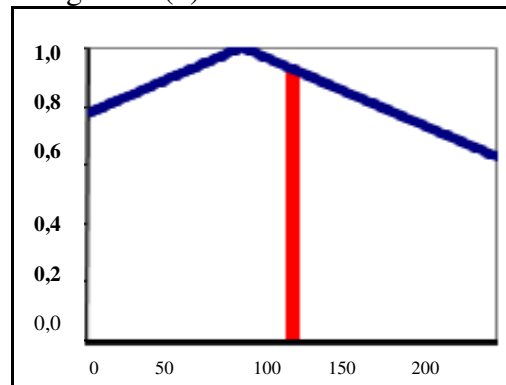
Fonte: *Software Excel (Autor)*

Figura 37(c): Fator rotação da carga



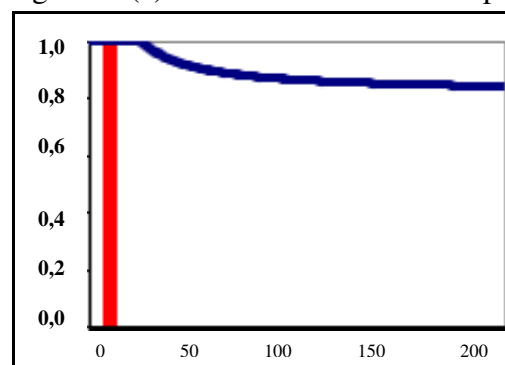
Fonte: *Software Excel (Autor)*

Figura 37(d): Fator altura vertical



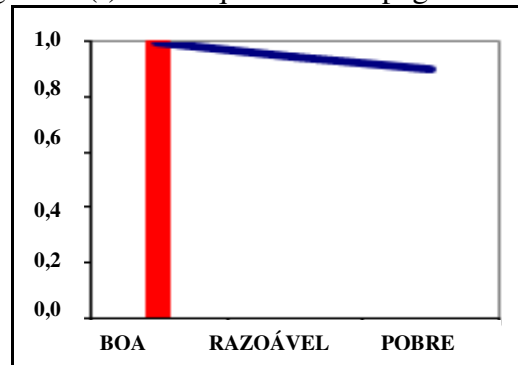
Fonte: *Software Excel (Autor)*

Figura 37(e): Fator distância vertical percorrida



Fonte: *Software Excel (Autor)*

Figura 37(f): Fator qualidade da pega da carga



Fonte: *Software Excel (Autor)*



A Tabela 15 apresenta os valores de LPR e IL, para a atividade inicial na posição destino:

DESTINO

Tabela 15: LPR e IL para atividade inicial destino

LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
		23	0,75	0,625	1	0,925	0,866
LPR (Limite de Peso Recomendado)	8,64		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20,00	2,31
					LPR (kg)	8,64	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,75	0,625	1	0,925	0,887	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	8,85		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	2,26
					LPR (kg)	8,85	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,75	0,625	1	0,925	0,942	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	9,39		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	2,13
					LPR (kg)	9,39	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,75	0,625	1	0,925	1	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	9,97		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	2,01
					LPR (kg)	9,97	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,75	0,625	1	0,925	0,987	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	9,84		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	2,03
					LPR (kg)	9,84	

Fonte: Autor

$$LPR Destino = 8,64 + 8,85 + 9,39 + 9,97 + 9,84 / 5 = 9,34 \text{ kg}$$

$$IL Destino = 2,31 + 2,26 + 2,13 + 2,01 + 2,03 / 5 = 2,15$$

De acordo com os dados obtidos, chega-se à conclusão de que a atividade de destino da empresa apresenta como base para os estudos do LPR médio de 9,34 kg, porém o peso da carga movimentada é de 20 kg, desta forma, o IL médio é de 2,16, representando uma alta possibilidade para que os funcionários adquiram uma lesão ou doença ocupacional proveniente da atividade de movimentação da carga da mesa de saída do produto para o carrinho transportador.

### 3.2 Análise dos dados

Após a primeira verificação, foi definida como base de estudo a necessidade de um revezamento a cada hora e, desta forma o FFL, sofrendo uma alteração de 0,75 para 0,94, também proporcionou melhorias no posto de trabalho, refletindo na condição de distância horizontal, passando de 40 para 25 cm reduzindo a flexão do trabalhador para pegar as caixas a serem movimentadas, facilitando a pega das caixas conforme a Tabela 16, tanto nos valores de origem quanto no destino:

ORIGEM:

Tabela 16: LPR e IL para a segunda atividade origem

LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,925	1	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	20		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1
				LPR (kg)	20		

Fonte: Autor

Com base nas modificações realizadas no posto de trabalho, ocorrendo a redução da distancia horizontal para pegar as caixas e com a implantação de revezamento das atividades a cada hora, obtém-se melhoria substancial tanto no LPR quanto no IL, apresentando uma melhoria de ganhos do LPR de 9,97 kg para 20,00 kg, ou seja, um ganho de 10,03 kg para a atividade sem prejuízo da coluna, no IL houve uma redução de 1,01, passando dos 2,01 iniciais para 1,00 no Índice, saindo de próximo a alto risco de lesão para uma condição mínima de lesão, proporcionando uma redução no risco de lesão para o trabalhador.

Para as medições na posição de destino ficaram definidos os seguintes valores, de acordo com a Tabela 17:

## DESTINO

Tabela 17: LPR e IL para a segunda atividade destino

LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
		23	0,94	1	1	0,925	0,866
LPR (Limite de Peso Recomendado)	17,33		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1,15
					LPR (Kg)	17,33	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,925	0,887	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	17,74		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1,13
					LPR (kg)	17,74	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,925	0,942	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	18,83		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1,06
					LPR (kg)	18,83	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,925	1	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	20		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1
					LPR (kg)	20	
LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,925	0,0987	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	19,73		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	1,01
					LPR (kg)	19,73	

Fonte: Autor

$$LPR_{Destino} = 17,33 + 17,74 + 18,83 + 20 + 19,73 / 5 = 18,73 \text{ kg}$$

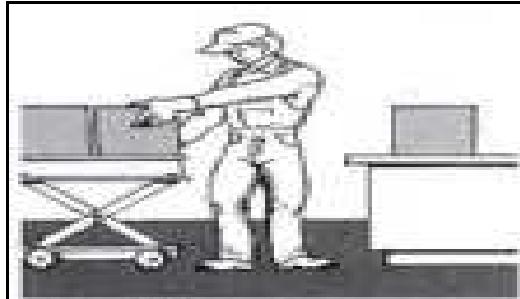
$$IL_{Destino} = 1,15 + 1,13 + 1,06 + 1 + 1,01 / 5 = 1,07$$

Com base nas alterações foi verificada uma mudança significativa, tanto no LPR quanto no IL para a movimentação da carga, obtendo um aumento entre o primeiro e o segundo ponto, no limite de peso recomendado médio de 9,39 kg, passando de 9,34 kg para 18,73 kg. No Índice de Levantamento houve uma redução de 1,09, ou seja, o valor inicial que era de 2,16 foi reduzido para 1,07, saindo da alta possibilidade de lesão para uma condição média de lesão.

### 3.3 Análise de outras melhorias

A Figura 38 apresenta a redução de movimentos da origem ao destino

Figura 38: Redução de movimentação



Fonte: Brasil, 2001

Após a verificação dos ganhos relativos às mudanças identificadas e realizadas, foi discutida em reunião com os donos da empresa a possibilidade da aquisição futura de um carrinho tipo plataforma, e a redução da altura da mesa de 100 cm para 80 cm, desta forma os valores de movimentação da carga tanto na origem quanto no destino serão os mesmos, pois terão a mesma altura tanto na origem quanto no destino, pois o carrinho plataforma será ajustado conforme a disposição da carga melhorando a distância vertical de movimentação da carga e o operador irá realizar o seu trabalho sem movimentar a coluna verticalmente reduzindo os índices de lesão. Como fator conclusivo foi realizado um simulado para comprovar os ganhos ergonômicos futuros tanto para o trabalhador quanto para a empresa.

A Tabela 18 apresenta os resultados da terceira experiência de movimentação na origem:

## ORIGEM

Tabela 18 – Resultado terceira experiência de movimentação na origem

LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,985	1	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	21,3		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO real (kg)	20	0,94
					LPR (kg)	21,3	

Fonte: Autor

As modificações realizadas apresentaram melhoras tanto no LPR quanto no IL. Apresentaram uma melhoria e ganhos do LPR de 20 kg para 21,3 kg, ou seja, um ganho de 1,3 kg para a atividade sem prejudicar a coluna, no IL houve uma redução de 0,06, passando de 1,00 iniciais para 0,94 no índice, com este valor o índice entrou definitivamente para uma condição mínima de lesão, chegando a uma redução no risco de lesão ao trabalhador.

A Tabela 19 apresenta os resultados obtidos na terceira experiência de movimentação no destino:

## DESTINO

Tabela 19 – Resultado terceira experiência de movimentação no destino

LPR	PESO	FFL	FDH	FRLT	FAV	FDVP	FQPC
	23	0,94	1	1	0,985	1	1
LPR (Limite de Peso Recomendado)	21,3		IL - ÍNDICE DE LEVANTAMENTO		PESO Real (kg)	20	0,94
					LPR (kg)	21,3	

Fonte: Autor

Para o destino foi verificada uma mudança tanto no LPR quanto no IL, obtendo-se um aumento entre o primeiro e o terceiro ponto, no limite de peso recomendado médio, passando de 11,9 kg para 21,30 kg totalizando um aumento real do início ao ponto final, para movimentação de carga, sem comprometer o organismo do trabalhador, de 11,96 kg. No índice de levantamento houve uma redução de 1,22, ou seja, o valor na primeira atividade de 2,16 foi reduzido para 0,94, saindo de uma alta para uma baixa possibilidade de lesão na atividade de movimentação da mesa para o carrinho de transporte.

## **4 RESULTADOS**

Depois de realizadas todas as simulações e verificados os valores na origem e destino, sendo definido como origem o ponto inicial onde é retirado o produto da linha de produção e como destino o local onde este produto é depositado para posterior transporte até a área de estoque. Foram definidas as ações e os ganhos que resultaram em um aumento do limite do peso recomendado para a carga a ser movimentada. Estes ganhos também foram importantes para identificar um índice de levantamento onde ocorreu uma evolução significativa, gerando uma redução do impacto na coluna do operador e desta forma, quanto menor o índice de levantamento mais seguro será o trabalho e causará diminuição da fadiga. A Figura 39 define a evolução nos fatores do limite de peso recomendado para a atividade e do índice de levantamento que serve como base para verificação de uma possível lesão futura ao trabalhador.

A principal função deste trabalho de melhoria foi apresentar e demonstrar em um caso real que em uma simples atividade rotineira, podem ser identificadas melhorias que, para muitos não fazem diferença, porém para o trabalhador que realiza esta tarefa, os pequenos detalhes fazem grande diferença na sua rotina de trabalho, desta forma reduzindo a sua fadiga e estresse, contribuindo para que o ambiente de trabalho seja cada vez melhor, com reflexos tanto para o trabalhador, quanto para a empresa que assim poderá contar com o operador com menor índice de faltas ou de afastamentos por problemas relativos a sua atividade de trabalho.

Para o estudo em questão, foram decididas as atividades em 3 etapas, nas quais foram verificadas as atividades para melhorias, sendo elas:

Realização do teste e verificação do LPR e IL, sem nenhuma alteração; implantação do revezamento dos trabalhadores a cada hora de trabalho, para que o operador possa alternar as atividades entre pesada e moderada, além da melhoria no distanciamento da pega da caixa no sentido horizontal; utilização de um carrinho plataforma e redução na altura da mesa de origem e destino para que o operador reduza a movimentação de flexão do tronco.

### **4.1 Evolução na origem**

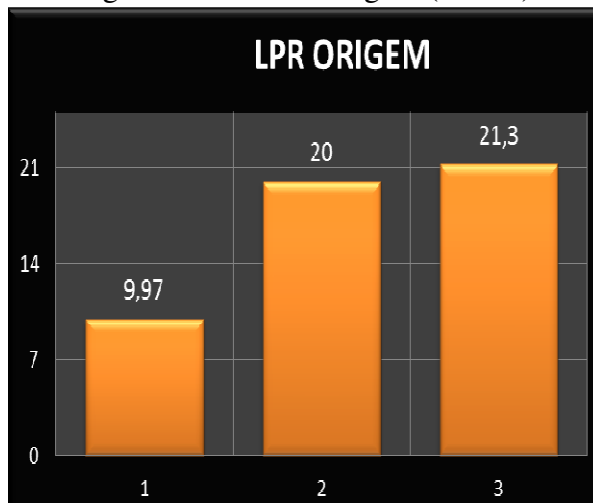
O LPR médio no ponto de origem do trabalho estava em 9,97 kg para cada atividade de movimentação, após a primeira experiência em realizar o revezamento a cada hora e melhorias

no distanciamento horizontal da pega, os valores subiram para 20 kg, resultando em um aumento de 10,03 kg para esta atividade.

Na terceira experiência foi implantado um carrinho tipo plataforma com a finalidade de reduzir a movimentação de flexão da coluna vertebral ao realizar a movimentação das caixas. Com a inclusão de mais estas atividades houve um aumento no limite de peso da carga recomendado para 21,30 kg, ocorrendo um aumento no peso de movimentação da carga de 1,30 kg em relação à atividade de revezamento e um aumento de 11,33 kg em relação à atuação do trabalho inicial, conforme apresentado na Figura 39

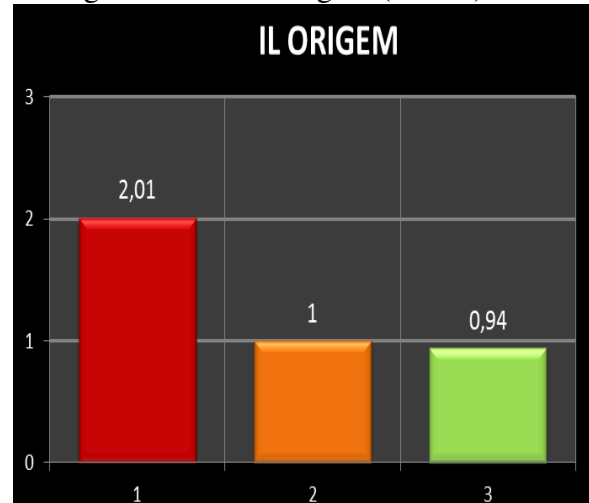
Após a verificação do limite de peso recomendado foi realizado um comparativo onde se encontrou o índice de levantamento por meio da divisão entre o peso da carga e o limite de peso recomendado, obtendo o índice de levantamento, onde o índice considerado como risco mínimo ao trabalhador é até 1, entre 1 e 2 com risco médio e acima de 2 grandes chances de lesão. Neste estudo o primeiro comparativo apresentou um índice de 2,01, ou seja, com alto risco para lesão, porém com a implantação do revezamento e melhoria na distância horizontal se reduziu este índice para 1,00. Após todas as implantações o índice caiu para 0,94, ficando dentro do índice mínimo de lesão, conforme Figura.40

Figura 39: LPR na Origem (Médio)



Fonte: Autor

Figura 40: ÍL na Origem (Médio)



Fonte: Autor

## 4.2 Evolução no destino

Para o LPR de destino foram constatados os valores iniciais ao pegar uma caixa e colocá-la no carrinho para posterior transporte ao estoque.

O LPR no ponto de destino estava em 9,34 kg, contudo após a primeira experiência em realizar o revezamento a cada hora e melhorias na distância horizontal, os valores subiram para 18,73 kg, obtendo-se um aumento de 9,39 kg para a atividade.

Na terceira experiência com a implantação de um carrinho tipo plataforma houve um aumento no índice de levantamento para 21,3 kg, obtendo-se melhora de 2,57 kg em relação ao revezamento e 11,96 kg em relação ao trabalho inicial, de acordo com a Figura 41

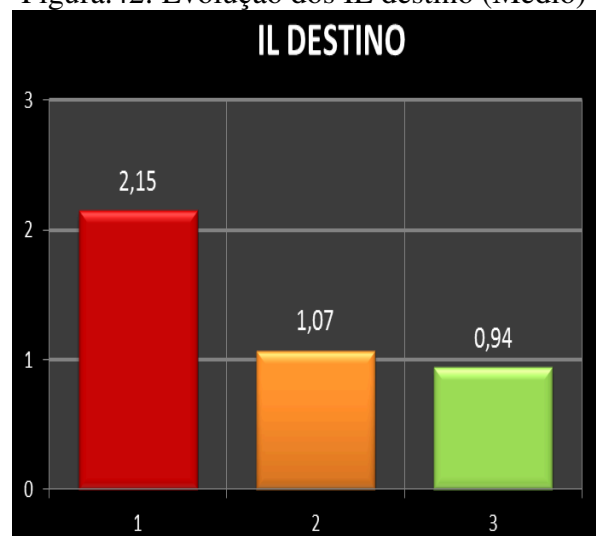
O primeiro comparativo apresentou um índice de 2,15, ou seja, representando um alto risco de lesão, já com a implantação do revezamento este índice caiu para 1,07, uma melhoria que o fez sair de alto risco para médio risco de lesão. Após todas as implantações mencionadas este índice caiu para 0,94, ficando dentro do índice mínimo de lesão, ou seja, a atividade inicial apresentava um alto risco de leão e após as mudanças propostas este índice caiu para uma condição mínima de lesão, conforme apresentado no Figura 42.

Figura 41.: Evolução do LPR destino (Médio)



Fonte: Autor

Figura.42: Evolução dos ÍL destino (Médio)



Fonte: Autor

Verificadas e realizadas todas as etapas programadas chegamos às seguintes conclusões:

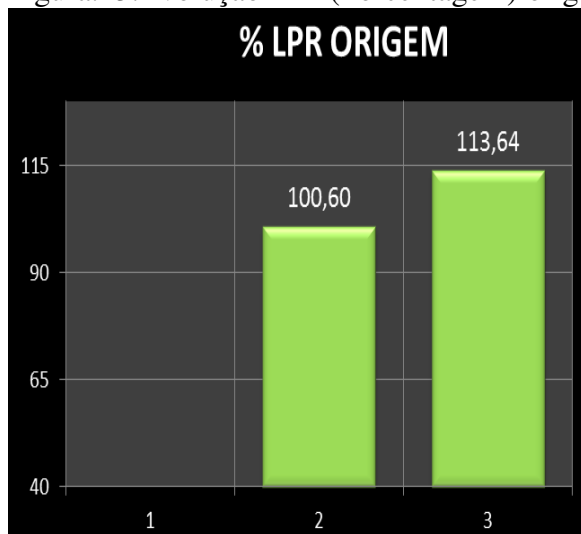
A empresa obteve significativa melhora nas atividades dos trabalhadores; obteve uma redução nos índices de lesão, saindo da alta possibilidade e chegando a uma condição mínima de lesão; proporcionou quebra de paradigmas, pois muitos engenheiros, trabalhadores e empresários, acreditam que a única solução para melhoria ergonomia é apenas o revezamento das atividades de trabalho.



### 4.3 Melhorias em termos percentuais

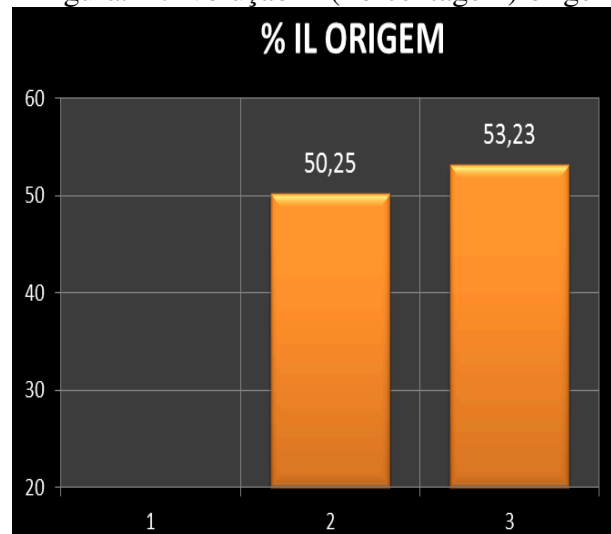
Depois de verificado o limite de peso recomendado (LPR) e o índice de levantamento (IL), foi realizado um comparativo das melhorias e ganhos em relação à porcentagem, tanto na origem quanto no destino. Para os índices de destino, chegou-se aos valores, apresentados na Figura 43 e 44:

Figura.43: Evolução LPR (Porcentagem) origem



Fonte: Autor

Figura.44: Evolução ÍL (Porcentagem) origem



Fonte: Autor

O ganho inicial com o revezamento em comparação ao trabalho sem revezamento foi de 100,60%, para o segundo caso, com a utilização da plataforma houve um aumento de 113,64%, obtendo-se um ganho final expressivo em relação ao início do trabalho na origem.

Para a porcentagem do índice de levantamento na origem, os ganhos apresentaram os seguintes dados:

O índice de levantamento somente iniciando o revezamento e a redução da distância vertical em comparação ao trabalho sem revezamento foi de 50,25%, para o segundo caso, com a utilização da plataforma, houve um aumento para 53,23%.

Verificado o LPR e o IL para o destino em relação à porcentagem para as posições de destino chegando aos seguintes valores:

O ganho em termos percentuais do LPR de destino, sendo iniciado o revezamento e a redução da distância vertical o comparativo foi de 100,54%, para o segundo caso com a

utilização da plataforma, houve um aumento de 128,05%, obtendo-se um ganho final muito expressivo em relação ao início do trabalho no destino, de acordo com a Figura 45.

Para a porcentagem do índice de levantamento no destino, os ganhos abaixo apresentaram os seguintes dados, apresentados na Figura 46:

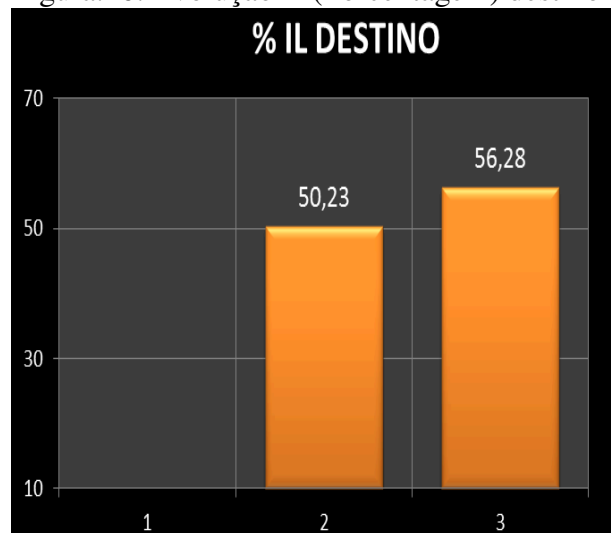
O índice de levantamento com o revezamento foi de 50,46%, para o segundo caso, com a utilização da plataforma, houve uma redução de 56,48%.

Apresentado as evoluções e as melhorias, obtendo ganhos expressivos tanto no LPR quanto no IL, melhorando a condição para um trabalho mais eficiente, mais produtivo e com menos impacto para o corpo do trabalhador.

Figura.45: Evolução LPR(Porcentagem) destino Figura.46: Evolução ÍL(Porcentagem) destino



Fonte: Autor



Fonte: Autor

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho, por meio de seu embasamento teórico, introduziu o leitor na evolução da ergonomia e sua relação com a produtividade, com a pretensão de situá-lo no tema abordado, dando-lhe a dimensão da importância de cada melhoria nas condições de trabalho obtida no decorrer do tempo, no que tange à adequação em relação à prática das atividades, ao local, entre outras variáveis.

Apresentou mais especificamente a estrutura óssea do corpo humano, os sistemas de ligação dos ossos, o impacto ocasionado por posturas inadequadas adotadas a cada tarefa, assim como o momento da força para levantar e movimentar determinadas cargas e seus reflexos na estrutura da coluna vertebral, bem como os riscos de doenças e lesões aos quais os trabalhadores são expostos.

Abordou a análise da ergonomia no trabalho, debatendo sobre as relações antropométricas, biomecânicas, além da propositura de ações preventivas de baixo custo, mas com retornos rápidos e significativos, como a aplicação do diagrama de áreas dolorosas do corpo e do questionário nórdico, obtendo-se, desta forma, os princípios básicos a serem analisados para o dimensionamento de um posto de trabalho ideal.

Apresentou a relação de trabalho com as normas vigentes no Brasil sobre movimentação de cargas, sendo tolerável para os homens uma carga de até 60 kg e para as mulheres até 20 kg na forma contínua e 25 na forma esporádica.

Concluindo, por meio deste estudo sobre a equação de levantamento do NIOSH pode-se verificar que um posto de trabalho que inicialmente estava propenso a causar lesões aos trabalhadores, com a implementação de melhorias simples possibilita uma mudança consistente nas condições de trabalho, ou seja, por exemplo, antes da implementação das melhorias, um trabalhador que poderia movimentar cargas de 9,97 kg, passa a ter capacidade de movimentar cargas de 21,3 kg, obtendo um aumento na carga de 11,33 kg e ainda saindo de um alto índice de probabilidade de sofrer lesão. Isso significa maior produtividade e menor risco à saúde dos trabalhadores.

Com adoção das melhorias nos postos de trabalho os trabalhadores passam a movimentar cargas sem riscos e como a carga é de 20 kg e o LPR esta em 21,3 kg, pode-se concluir que, na nova condição o trabalho posteriormente poderá ser realizado por mulheres, visto que o peso da carga não ultrapassa o limite tolerado pela CLT, assim comprova-se a

importância da aplicação desta equação no processo de democratização das diversas funções e atividades pelas empresas, sem riscos de lesão, tanto para homens quanto para jovens e mulheres.

Pode-se concluir, portanto, que este trabalho possibilita ganhos tanto para empregados, quanto empregadores e para os órgãos governamentais e de saúde pública.

Para os trabalhadores significa a redução da fadiga, do estresse e a sobrecarga quando da realização das atividades em questão.

Para o empregador os ganhos estão no aumento da produtividade, bem como na redução do índice de traumas e lesões, conseqüentemente, reduzindo as faltas e afastamentos, ou seja, direta e indiretamente a empresa terá ganho de produtividade e melhor planejamento do controle produtivo para a entrega dos produtos prontos para o cliente.

Para os órgãos governamentais e de saúde pública, reduzindo-se os afastamentos reduzem-se os gastos com despesas para tratamentos médicos e até mesmo em relação às indenizações por eventuais sequelas decorrentes de lesões causadas durante a realização de atividades em postos de trabalhos mal planejados nas empresas.

Infelizmente no Brasil faltam maiores iniciativas em prol da conscientização dos administradores de empresas e dos trabalhadores quanto à necessidade de adequação dos postos de trabalho, tarefas e modo de execução e os ganhos advindos dessa adequação. Necessária se faz também maior divulgação deste tipo de trabalho que poderia ser difundido em todos os modelos de empresas, desde as microempresas, até as multinacionais, passando pelos órgãos públicos. Todavia, infelizmente esta metodologia é aplicada apenas nas grandes empresas, em sua maioria e isto porque estas estão sujeitas à cobranças frequentes por parte de fiscalizações, mas se fossem melhores divulgados os benefícios dela decorrentes, haveria ganhos significativos para toda a sociedade brasileira.

## 6 REFERÊNCIAS

- ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia. **Estatuto Abergo**, visualizada no site; [http://www.abergo.org.br/arquivos/estatuto\\_e\\_regimento/novo\\_estatuto\\_abergo\\_versao\\_definitiva.pdf](http://www.abergo.org.br/arquivos/estatuto_e_regimento/novo_estatuto_abergo_versao_definitiva.pdf) em 10/12/2015
- AGAHNEJAD, Payman; LEITE, Jandecy Cabral; OLIVEIRA, Roberto Celio Limão de. **Análise Ergonômica de um Posto de Trabalho numa Linha de Produção Utilizando O Método NIOSH – Um Estudo de Caso no Pólo Industrial de Manaus**, *INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation, São Paulo*, v. 2, n. 2, p. 100-118, mai./ago., 2014.
- ALVES, Karina. **Cifose, Lordose e Escoliose. Atividades Físicas Indicadas**, Blog. Educação física e Saúde, visualizada no site: <http://edfiscakaka.blogspot.com.br/2013/01/cifose-lordose-e-escoliose-atividades.html>, em 19/12/2016
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Lesões por Esforços Repetitivos (LER) Distúrbio Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)**, Brasília, 2001
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Estatísticas de Afastamento do Trabalho, 2013**. Visualizado em [www.previdencia.gov.br/estatisticas/](http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/); dados retirados em 20/05/2014
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, **Estratégia Nacional para Redução dos Acidentes do Trabalho 2015 - 2016**, Brasília, 2015; <http://acesso.mte.gov.br/data/files/FF8080814D5270F0014D71FF7438278E/Estrat%C3%A9gia%20Nacional%20de%20Redu%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Acidentes%20do%20Trabalho%202015-2016.pdf>
- BRASIL, Ministério Do Trabalho e Emprego, **Cartilha de Ergonomia na Indústria Calçadista; Diretriz para Segurança e Saúde do Trabalhador**. Feevale, Novo Hamburgo, 2011.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego, **Pontos de Verificação Ergonômica**, Fundacentro, Rio de Janeiro, 2001.
- CAMPOS, Armando; TAVARES, José da Cunha; LIMA, Valter; **Risco Prevenção e Controle de Máquinas, Equipamentos e Instalações**. Senac, 6<sup>o</sup> Ed., São Paulo, 2006
- PAI; Hong Jin & Associados, **Dor Lombar (Lombalgia) Causas, Sintomas e Tratamentos**; 2016, Extraído do site: <http://www.hong.com.br/acupuntura-no-tratamento-de-lombalgia-ou-dor-lombar/>, em 18/07/2016.

- COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia Aplicada Ao Trabalho: Conteúdo Básico, Guia Prático**. Vol.I. Ergo Editora. Belo Horizonte, 2007.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. 5. Ed., Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DUL Jan; WEERDMEESTER Bernard. **Ergonomia Pratica**. 3<sup>o</sup> Ed. Revista e Ampliada. São Paulo, Blucher, 2014.
- ESPAÑA, Departamento de Salud. **Transtorno Músculo-Esqueléticos de Origen Laboral**. 1<sup>o</sup> Ed., Navarra, 2007.
- ESPAÑA, Secretaria de Salud Laboral. **Manual de Transtorno Musculoesqueléticos**. Castilla y León, 2008.
- ESPAÑA, Secretaria de Salud Laboral. **Manual Informativo de PRL: Riesgo Músculo-Esqueléticos**. Madrid, 2010.
- FREITAS, Diogo Filipe Valente. **Integração de Princípios Ergonômicos em Lean Seis Sigma numa Indústria Alimentar**. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Dissertação Mestrado, Março, 2014.
- GONÇALVES, Edwar Abreu. **Manual de Segurança e Saúde no Trabalho**. São Paulo, LTR, 2008.
- GONÇALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à Pesquisa Científica**. Campinas. Alínea, 2007.
- HAY, James G.; REID, J. Gavin. **As Bases Anatômicas e Mecânicas do Movimento Humano**. Editora Printice-Hall do Brasil. São Paulo, 1985.
- HEINE, Vinicius. **Exercício, Saúde e Qualidade de Vida**. Visualizado no site, <https://viniciusheine.wordpress.com/>, em 12/04/2016
- INTERNATIONAL Ergonomics Association. (2016). **Definition of Ergonomics**. Visualizado no site <http://www.iea.cc/whats/index.html> em 15/03/2016
- KAPANDJI, A.I., **Fisiologia Articular Esquemas Comentados de Mecânica Humana**; 6<sup>o</sup> Ed., Rio de Janeiro, Koogan, 2008
- LAKATOS Eva M; Marconi Maria A. **Metodologia Do Trabalho Científica**. 7 Ed., São Paulo, Atlas, 2012.
- LIDA, Itirio. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2 Ed., São Paulo, Blucher, 2005
- LUGLI, Djair. **Apostila de Ergonomia**. São Paulo, 2010.
- MACHADO, Luciano Ferreira. **Desenvolvimento de um Programa Melhoria Ergonômica em uma Planta de Produção de Papel Higiénico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, 2013.

MANUAIS DE LEGISLAÇÃO, **Segurança E Medicina Do Trabalho**. 72<sup>o</sup> Ed., São Paulo, Atlas, 2013.

MATSUO, Tatiana Hiromi. **Coluna Vertebral**. Visualizado em <https://tatipilates.wordpress.com/2008/03/12/dor-na-coluna-x-pilates/coluna-vertebral/> dados retirados em 13/05/2016

MEDRADO, Milena Alves. **Gestão do Conhecimento e Ergonomia: Fatores Biomecânicos na Atividade de Soldagem de Peças**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MIGUEL JUNIOR; Armando, **Dor Lombar–Avaliação Clínica**; 2007, Medicina Prática, Tudo sobre Medicina, extraído do site: <http://www.medicinageriatrica.com.br/tag/lombalgia/page/3/>; em 18/07/2016.

MONTENEGRO, Estrella. **Conoce Los Huesos**. Visualizado em <http://www.educapeques.com/conocimiento-del-medio-2/conoce-los-huesos-la-mision-azul.html>. dados retirados em 13/05/2016

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 3<sup>o</sup> Ed., São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MUSASHI, Miamoto. **O Livro dos 5 Anéis**. 6<sup>o</sup>. Ed. São Paulo. Madras, 2004.

MARTINS NETO, Edgar . **Apostila de Ergonomia**, São Paulo, Edgar, 2010.

PAULA, Adma J. F. de; SEMENSATO, Cassiana B.; SILVA, José C. P. da; CARNEIRO, Luciane do P.; PASCOARELLI, Luis C.. **Engenheiros Precursores da Ergonomia e Suas Contribuições**, Vol. 02, N 04, São Paulo, Abril, 2010, visualizado em 22/06/2014, em [www.ingepro.com.br](http://www.ingepro.com.br)

PEGATIN, Thiago. **Ferramentas Manuais – NIOSH**. Artigo publicado em 01/04/2008, [www.topergonomia.wordpress.com](http://www.topergonomia.wordpress.com). Visualizado em 20/12/2014

PEREIRA, Vítor Hugo dos Reis Alves. **Ergonomia e LMERT: O Caso Prático da Toyota Caetano Portugal, S.A.**, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal, 2012.

PINHEIRO, Ana K. da S.; FRANÇA Maria B. A; **Ergonomia Aplicada a Anatomia e a Fisiologia Do Trabalhador**. 1<sup>o</sup> Edição. Goiânia, AB, 2006.

Proteção, Revista; **Anuário Brasileiro de Proteção**, Brasil, 2013, Visualizado no site [http://www.protecao.com.br/materias/anuario\\_brasileiro\\_de\\_p\\_r\\_o\\_t\\_e\\_c\\_a\\_o\\_2013/estatisticas\\_de\\_acidentes\\_brasil/J9y4Jj](http://www.protecao.com.br/materias/anuario_brasileiro_de_p_r_o_t_e_c_a_o_2013/estatisticas_de_acidentes_brasil/J9y4Jj), em 22/03/2016

RAMAZZINI, Bernardino. **As Doenças Ocupacionais**, 3<sup>o</sup> Edição, São Paulo, Fundacentro, 2016.

Rodrigues, Emilie Andrade, **Avaliação da Exposição Ocupacional Ambiental e Biomecânica na Área das Carroçarias numa Fábrica da Indústria Automóvel**, Dissertação mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, Portugal, 2011.

SAAD, Viviane Leão, **Análise Ergonômica do Trabalho do Pedreiro: O Assentamento de Tijolos**, Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, Brasil, 2008.

SANTOS, Mary Helen dos; JUNIOR, Guatacara dos Santos; SOARES, Andre Luiz; XAVIER, Antonio Augusto de Paula; Santos, Bruno Samways dos, **Análise de Postura e Carga Através dos Métodos OWAS e NIOSH em uma Fábrica de Sorvetes no Sul do Brasil, XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

SILVA, José Carlos Plácido da e PASCHOARELLI Luiz Carlos. **Evolução Histórica Da Ergonomia no Mundo e seus Pioneiros**. 1 Ed., São Paulo, cultura acadêmica, 2010.

SILVA, Sergio Augusto Machado de Carvalho. **Ergonomia, Curso, NIOSH**. Visualizado no site [www.drsergio.com.br](http://www.drsergio.com.br) em 27/07/2014.

SOBRAL JUNIOR, Mário Alves; MEIJA, Dayana, Priscila Maia. **A Influência da Ergonomia do Trabalhador Na Gestão Estratégica de Custos das Organizações**, Faculdade Ávila, Goiânia, 2012.

SUÍÇA, Organización Mundial de La Salud. **Prevención de Transtornos Musculosqueléticos em el Lugar de Trabajo**. Ginebra, 2004.

TEIXEIRA, Eliana Remor. **Lombalgia Relacionada Ao Trabalho. Aplicação da Equação de Levantamento do NIOSH**. 1ed., Curitiba, Juruá Editora, 2011.

TOLEDO Jr., I. Fides Bueno de. **Tempos & Métodos**. 11<sup>0</sup> Ed., São Paulo: Itys Fides, 2007.

TRALDI Maria C; DIAS Reinaldo. **Monografia Passo a Passo**. Edição Especial. Campinas, Alínea e Anhanguera (PLT), 2011.

WATERS, Thomas R; PUTZ-ANDERSON, Vern; GARG, Arun, **Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation**, Us. Departmente of Helth and Human Services, Ohio, 1994.

WIRHED, Rolf, **Atlas de Anatomia do Movimento**, 1<sup>0</sup> Ed., São Paulo, Manole, 1986.