



ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) NO POSTO DE EMBALAGEM COM FOCO NA INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE PAPELARIA

Vilma Reges Tamioka de Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientadores: Jandecy Cabral Leite

José Antônio da Silva Souza

Belém

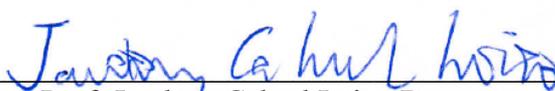
Abril de 2016

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) NO POSTO DE
EMBALAGEM COM FOCO NA INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE PAPELARIA**

Vilma Reges Tamioka de Lima

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

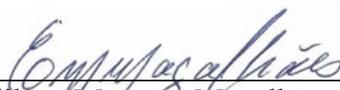
Examinada por:



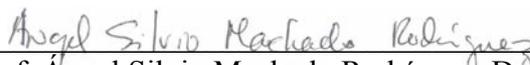
Prof. Jandecy Cabral Leite, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. José Antônio da Silva Souza, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Coorientador)



Prof. Edilson Marques Magalhães, D.Eng.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. Ángel Silvio Machado Rodríguez, Dr.
(EST-UEA/UCLV-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

ABRIL DE 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Lima, Vilma Reges Tamioka de, 1964-
Análise ergonômica do trabalho (AET) no posto de
embalagem com foco na indústria de produtos de papelaria /
Vilma Reges Tamioka de Lima. - 2016.

Orientador: Jandecy Cabral Leite;
Coorientador: José Antonio da Silva Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Processos, Belém, 2016.

1. Ergonomia. 2. Biomecânica. 3. Embalagens indústria.
I. Título.

CDD 22. ed. 620.82

DEDICATÓRIA

A Nossa Senhora de Fátima pelo amor e pela proteção, por estar sempre ao meu lado realizando meus desejos, intercedendo por mim, junto ao seu filho Jesus Cristo.

AGRADECIMENTOS

A Deus todo poderoso e ao Filho Jesus cujo exemplo de amor e humildade nos serve de referência.

À minha filha Carla Tamioka de Lima que muito jovem com atitudes de grandeza de espírito e compreensão serviram de incentivo para a realização deste trabalho.

Ao meu irmão Admier Reges Tamioka pelas orações e por se preocupar com meu futuro que foi fundamental para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao esposo Sebastião Carlos Freire de Lima pela proteção e compreensão.

Ao meu sobrinho Eduardo Bruno Freire que contribuiu com pensamento positivo e sugestões.

Aos meus amigos da turma de mestrado, em especial ao Mário Jorge da Silva Maciel, Jucilene Vieira Barbosa e José Flávio Matos Ribeiro, que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho, dando apoio, trocando ideia e principalmente fazendo meus dias mais divertidos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite e ao meu coorientador Prof. Dr. José Antônio da Silva Souza pelas experientes orientações e ajudas que foram fundamental importância na realização deste estudo, bem como sua dedicação. Obrigada por ter confiado em mim desde o primeiro momento.

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e à Universidade Federal do Pará (UFPA), por promoverem a criação deste curso, possibilitando alcançar meus objetivos.

O pensamento criativo não é um talento, é uma competência que se pode aprender.

Edward de Bono

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M.Eng.)

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET) NO POSTO DE EMBALAGEM COM FOCO NA INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE PAPELARIA

Vilma Reges Tamioka de Lima

Abril/2016

Orientadores: Jandecy Cabral Leite
José Antônio da Silva Souza

Área de Concentração: Engenharia de Processos

A ergonomia contribui para o incremento da produtividade e melhoria da saúde dos trabalhadores, diminuindo a incidência dos problemas de lesões por esforços repetitivos/trauma cumulativo. Neste estudo a ergonomia aplicada é a biomecânica ocupacional por estudar as interações entre homem-máquina-ambiente, sob o ponto de vista da postura e movimento músculo - esquelético e sua consequência. O objetivo geral é alcançar a redução de trabalho sem sobrecargas nos membros das colaboradoras do posto de embalagem de canetas, utilizando os métodos da ergonomia e ferramentas de Moore & Garg e NIOSH, resultados conseguidos da implementação da metodologia PDCA. A metodologia aplicada à pesquisa é bibliográfica de natureza qualitativa e quantitativa, com observação participante, e várias outras metodologias, dentre as quais a metodologia PDCA para direcionar a AET e solucionar problemas com a ajuda de técnicas de brainstorming, gráfico de Ishikawa, 5W2H. Também foram utilizadas as ferramentas de critério de Moore & Garg e NIOSH para quantificar a tarefa quanto ao risco de sobrecarga aos membros dos funcionários. Adotou-se o ciclo do PDCA por ser um método de gerenciamento plenamente executável e, quando posto em prática, com eficiência resulta em satisfação, como é caso do estudo que através da reavaliação das tarefas com uso da ferramenta NIOSH (análise de levantamento de carga na tarefa de colocar caixa na esteira) e Moore & Garg (análise de sobrecarga nos membros superiores na tarefa de encher cartuchos com canetas), potencializaram as tarefas de baixo risco quanto ao aparecimento de lesões por esforços repetitivos (LER) /distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT).

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M.Eng.)

**ERGONOMIC WORK ANALYSIS (EWA) NO PACKING STATION WITH
FOCUS ON STATIONERY PRODUCTS INDUSTRY**

Vilma Reges Tamioka de Lima

April/2016

Advisors: Jandecy Cabral Leite

José Antônio da Silva Souza

Research Area: Process Engineering

Ergonomics contributes to increasing productivity and improving the health of workers, reducing the incidence of injury problems for repetitive / cumulative trauma. In this study the applied ergonomics is occupational biomechanics to study the interactions between man-machine environment, from the point of view of posture and movement muscle - skeletal and its consequence. The overall objective is to achieve a reduction of work without overloading the members of collaborating pens packing station, using the methods of ergonomics and Moore & Garg tools and NIOSH, achieved results of the implementation of the PDCA methodology. The methodology applied to the research literature is qualitative and quantitative, with participant observation, and various other methods, among which the PDCA method to direct the AET and solve problems with the help of brainstorming techniques, Ishikawa chart, 5W2H. Also they used the tools of criteria Moore & Garg and NIOSH to quantify the task of the risk of overloading to the members of staff. PDCA cycle was adopted to be a fully executable management method and, when implemented, effectively results in satisfaction, as is the case of the study by the reassessment of tasks with use of NIOSH tool (hoisting analysis in task of putting cash on the treadmill) and Moore & Garg (overhead analysis in the upper limbs on the task of filling cartridges with pens), potentiated the low-risk tasks as the appearance of repetitive strain injuries (RSI) / musculoskeletal disorders related to work (MSDs).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Identificação e justificativa da proposta de estudo	2
1.2 - Objetivos	3
1.2.1 - Objetivo geral	3
1.2.2 - Objetivos específicos	3
1.3 - Contribuição e relevância do estudo	3
1.4 - Delimitação da pesquisa	4
1.5 - Estrutura dos capítulos	5
CAPÍTULO 2 - GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL	7
2.1 - Gestão da qualidade total (GQT)	7
2.2 - O que é gestão da qualidade total	7
2.3 - Gestão da qualidade como estratégia competitiva	9
2.4 - Melhoria contínua	10
CAPÍTULO 3 - REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE	13
3.1 - Método PDCA para prática da ergonomia	13
3.1.1 - Ciclo PDCA	14
3.1.2 - PDCA para análise e solução	17
3.1.3 - Passos ou etapas do ciclo PDCA	18
3.2 - Ferramentas para prática da qualidade	20
3.2.1 - Brainstorming	21
3.2.2 - Diagrama de causa e efeito de Ishikawa	21
3.2.3 - Plano de ação (5W2H)	22
3.3 - Ergonomia	22
3.3.1 - Breve história	22
3.3.2 - Definições	25
3.3.3 - Objetivos da ergonomia	26
3.3.4 - Objeto de estudo	27
3.3.5 - Aplicações da ergonomia	29
3.3.6 - O Sistema homem-máquina-ambiente	30

3.3.7 - Interação sistema homem-máquina-ambiente.....	31
3.3.8 - Análise ergonômica do trabalho	32
3.3.9 - Biomecânica ocupacional	33
3.3.10 - Característica da biomecânica do ser humano	34
3.3.11 - Biomecânica básica da coluna vertebral do ser humano	37
3.3.12 - Postura.....	40
3.3.13 - Movimentos	46
3.4 - Ferramenta de critério Moore e Garg	47
3.5 - Ferramenta de NIOSH	49
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA APLICADA À PESQUISA	54
4.1 - Método de abordagem	54
4.2 - Caracterização da pesquisa	55
4.3 - Formas da pesquisa.....	55
4.4 - Os meios de investigação	56
4.5 - Tipo de pesquisa	57
4.6 - População e amostra	58
4.7 - Materiais	58
4.8 - Análise de dados.....	59
4.9 - Local da pesquisa.....	59
CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	60
5.1 - Método PDCA	60
5.1.1 - Fase de planejamento (<i>Plan</i>).....	61
5.1.2 - Fase de fazer (<i>Do</i>).....	69
5.1.3 - Fase de controlar (<i>check</i>)	69
5.1.4 - Fase de ação (<i>Action</i>)	71
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	73
6.1 - Conclusão	73
6.2 - Recomendações para trabalhos futuros	74

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXO A - Relatório de Moore & Garg (antes das melhorias)	79
ANEXO B - Relatório de NIOSH (antes das melhorias)	80
ANEXO C - Relatório de índice de Moore & Garg (depois das melhorias)	81
ANEXO D - Relatório de NIOSH (depois das melhorias)	82
APÊNDICE A - Plano de ação	83
ARTIGO - Artigo publicado e artigos submetidos.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Índice de desempenho de produtividade.....	11
Figura 3.1 - Ciclo PDCA.....	15
Figura 3.2 - Gráfico de Ishikawa.....	22
Figura 3.3 - Diagrama do sistema homem-máquina-ambiente	31
Figura 3.4 - Modelo biomecânico do corpo humano.	35
Figura 3.5 - Alavanca de 1º grau ou interfixa.....	35
Figura 3.6 - Alavanca de 2º grau ou inter-resistente.	36
Figura 3.7 - Alavanca 3º grau ou interpotente.....	36
Figura 3.8 - Classificação das vértebras da coluna.....	38
Figura 3.9 - Eixos e planos associados à posição de referência anatômica.....	39
Figura 3.10 - Tendões dos dedos e suas bainhas	44
Figura 3.11 - Tendões, músculos e estrutura óssea	44
Figura 3.12 - Índice de sobrecarga para membros superiores	48
Figura 3.13 - Equação de NIOSH.....	49
Figura 3.14 - Fórmula de cálculo da equação de NIOSH.....	50
Figura 3.15 - Locação de fatores de carga.....	50
Figura 3.16 - Equação de índice de levantamento.....	53
Figura 5.1 - Método PDCA.....	60
Figura 5.2 - Queixas de funcionários do posto de embalagem.....	61
Figura 5.3 - Produtividade de maio/2014	61
Figura 5.4 - Flexão lateral da coluna e flexão de braço.....	62
Figura 5.5 - Preensão palmar da mão esquerda.....	63
Figura 5.6 - Pronação e supinação do antebraço direito e desvio ulnar	63
Figura 5.7 - Abdução e flexão de braço esquerdo e rotação de pescoço.....	64
Figura 5.8 - Abdução e extensão do braço esquerdo – posição 1	64
Figura 5.9 - Abdução e extensão do braço esquerdo – posição 2.....	65
Figura 5.10 - Flexão de coluna	65
Figura 5.11 - Cadeira sem inclinação de encosto	66
Figura 5.12 - Mesa com encaixe da caixa atrás da linha dos ombros	67
Figura 5.13 - Bandeja pressionando as coxas.....	67
Figura 5.14 - Diagrama de causa e efeito de Ishikawa.....	68
Figura 5.15 - Comparativo de queixas antes e depois	70
Figura 5.16 - Produtividade com melhorias.	70
Figura 5.17 - Comparativo de produtividade.	70
Figura 5.18 - Comparativo de vendas.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Planilha PDCA para melhorias.....	14
Tabela 3.2 - Critério de Moore e Garg	48
Tabela 3.3 - Parâmetros de levantamentos de carga.....	51
Tabela 3.4 - Multiplicador de frequência de levantamento.	51
Tabela 3.5 - Fator de pega	52
Tabela 4.1 - Passos do PDCA para melhorias	58

NOMENCLATURA

CCQ	Círculos de Controle da Qualidade.
CEP	Controle Estatístico de Processo.
CWQC	Company Wide Quality Control.
EUA	Estados Unidos da América.
GQT	Gestão para Qualidade Total.
ISO	International Organization for Standardization.
JUSE	Japanese union of scientists and engineers.
Mamp	Método de Análise e Melhoria de Processos.
Masp	Método de Análise e solução dos problemas.
PDCA	Plan, Do, Check, Action.
PIM	Pólo Industrial de Manaus.
QC story	Quality Circle Story.
SA	Social Accountability.
SDCA	Standard, Do, Check, Action.
TQC	Total quality control.
5W2H	What, When, Who, Why, Where, How, How much.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Atualmente, várias indústrias se deparam com situações de problemas de saúde dos funcionários, em função do ritmo acelerado de trabalho, para garantir o cumprimento da produtividade e superações de metas, que são algumas das características da competitividade no mercado de hoje. A ergonomia tem evoluído de forma significativa ao longo desses anos, consolidou-se como uma disciplina própria para estudar as interações homem-objeto, aplicando os conhecimentos da ciência, engenharia, *design*, tecnologia e gestão de sistemas humanos. Para DUL e WEERDMEESTER (2012), ela é resumidamente como “uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com objetivo de melhorar a segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho”. Ao longo das últimas décadas contribuiu para melhorar significativamente a usabilidade, a segurança, o desempenho, a eficiência e a confiabilidade de muitos sistemas de trabalhos.

Duas das principais características do *Homo sapiens sapiens*, são inventividade e perfectibilidade. O homem já buscou a perfeição nos astros, no zoomorfismo, zooantropomorfismo e no antropomorfismo. Atualmente ele procura a perfeição nos objetos, nos mecanismos, nas máquinas e equipamentos, nos processos de inovação e de produção, dentre outros. A busca pela perfeição leva a caminhos (métodos), os quais conduzem às técnicas (procedimentos mais específicos). CAMPOS (2014) fala que o ciclo PDCA é atualmente o modelo conceitual mais bem conhecido entre os praticantes da gestão da qualidade para o balizamento de processos de melhoria sistematizados. Um dos recursos mais utilizados dentro de programas da qualidade consiste no projeto de melhoria contínua.

O ciclo PDCA é uma ferramenta composta por quatro fases básicas: planejar, executar, verificar e atuar corretivamente, definida como uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades. Daí a ideia de adotar o método PDCA para direcionar a AET na indústria, especificamente no posto de embalagem de canetas. Sabe-se que para obter resultado significativo em um estudo

ergonômico nem sempre é possível, principalmente quando há diferentes tarefas em posto que compõem uma linha de produção, ajustando à demanda, especialmente quando o processo trabalha para atender diferentes produtos e variadas demandas.

1.1 - Identificação e justificativa da proposta de estudo

O estudo é voltado à ergonomia do trabalho para melhoria de processo de embalagem de canetas em uma indústria que atua na área de fabricação de produtos de papelaria, tendo como maior dificuldade das funcionárias a cumprir a produtividade, em função de vários de problemas (queixas) relacionados às atividades de embalagem. A escolha da temática foi de vivência de chão de fábrica desta indústria em estudo que apresentava a problemática de alta recorrência. O direcionamento da pesquisa foi de analisar o processo ergonômico do trabalho utilizando os passos do PDCA no sentido de tentar compreender acerca dos principais fatores que desencadeavam as tarefas de embalagem de canetas, onde estudamos as situações reais de trabalho, antes de propor as melhorias no processo.

O estudo baseia-se na importância do assunto para as indústrias à medida que se compreende que este espaço necessita estar em busca constante de conhecimento, que é uma das principais ferramentas de desenvolvimento organizacional. Sendo assim, se faz necessário adotar práticas inovadoras para a sobrevivência da organização está dependente da sua capacidade de produzir resultados que atendam as necessidades das partes interessadas, ou seja, atingir seus objetivos e metas, visando melhorar seu desempenho no atual mundo de mercado, que é cada vez mais competitivo.

A proposta, se reveste de suma importância, considerando que é novidade na literatura a implementação do método PDCA para a prática de AET, utilizando principalmente duas ferramentas da ergonomia (Moore & Garg e NIOSH) para avaliar o risco de sobrecarga aos membros dos trabalhadores. A implantação dos sistemas, juntos consiste em fontes de sucessos, reverte-se em resultados de desempenho de conforto - produtividade, gerando benefícios para ambas às partes, empresa e funcionários.

Portanto, para obter sucesso nas organizações elas necessitam adotar práticas inovadoras, incorporar novos conceitos de qualidade, buscar práticas e procedimentos que consistem em fontes de sucessos, que estabeleça melhoria de seus processos

internos e serviços. Por isso a importância de adotar um dos procedimentos mais bem conhecidos na prática de gestão da qualidade é o uso do método PDCA e a prática da ergonomia do trabalho, que junto solucionaram os problemas existentes no posto de embalagem de canetas.

Esta pesquisa busca responder à problemática: Como aplicar o método PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) para resolver problema ergonômico de linha de produção de caneta e aumentar a produtividade?

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Objetivo geral

Alcançar a redução de trabalho sem sobrecargas nos membros das funcionárias do posto de embalagem de canetas, utilizando os métodos da ergonomia e ferramentas de Moore e Garg e do NIOSH, resultados conseguidos da implementação da metodologia PDCA.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Contextualizar o ciclo PDCA, como método de gestão de qualidade para direcionar e melhorar as atividades de AET;
- Aplicar os métodos PDCA para solucionar problemas ergonômicos;
- Propor recomendações (plano de ação) com base na NR-17 para a normalidade funcional de melhorias do posto de embalagem;
- Evidenciar benefícios alcançados com a implementação do método PDCA.

1.3 - Contribuição e relevância do estudo

A ergonomia é recurso para aumentar a qualidade e a produtividade nas indústrias. Buscar qualidade dos produtos e serviços com menores custos de produção, no atual momento, precisa ser um objetivo contínuo de toda e qualquer empresa, por uma

questão de continuidade e sobrevivência dos negócios. É na relação integral e amistosa entre o trabalho humano e os meios de produção que a indústria se torna competitiva.

Cabe-nos estudar o campo de grande impacto, aperfeiçoar a interação entre o homem e o trabalho, organização do trabalho e as melhorias das condições de trabalho, desta forma a ergonomia concebe uma tarefa que se adapte ao trabalhador, e não forçar o trabalhador a adaptar-se à tarefa. Sendo assim, quanto há êxito nos processos produtivos quem sai ganhando é a sociedade e o grupo que diretamente participou da experiência, contribuindo para que a teoria se tome prática e vice-versa.

Quanto à relevância social está diretamente relacionada aos benefícios do trabalhador, consumidor e da indústria. O trabalhador ganha saúde, conforto na realização da tarefa, qualidade técnica e produtividade. O consumidor ganha qualidade do produto que adquire. A indústria ganha qualidade dos produtos, desempenho das operações, segurança e produtividade.

Portanto, o estudo torna-se de suma importância para as empresas que buscam atender e até superar as expectativas dos clientes, bem como atingir a excelência operacional.

1.4 - Delimitação da pesquisa

O homem, estando em constante busca da perfeição nos objetos, nos mecanismos, nas máquinas e equipamentos, nos processos de inovação e de produtos. Ele possui a imensa capacidade de observar, perceber, inventar e reinventar-se. Essa busca é motivada, geralmente, pela necessidade de sobreviver em grupo, de contribuir com o outro e, principalmente pela necessidade de manter-se no atual mercado de trabalho altamente competitivo.

Neste sentido, tornou-se fundamental a busca de novo saber para solucionar problemas de saúde e operacional, existente em uma indústria. A partir daí, buscou-se o conhecimento em ergonomia, especificamente na indústria, por ser segundo SOBRAL (2014), um importante recurso para reduzir doenças ocupacionais, acidente, o absenteísmo e o presentíssimo e ainda aumentar a qualidade e a produtividade. Depois, obteve-se o conhecimento em norma regulamentador 17 e método de gestão da

qualidade para garantir a segurança e a qualidade nos processos operacionais. Agindo assim, surgiu à ideia de incorporar os conceitos de qualidade em ergonomia para solucionar problemas ergonômicos, otimizar as condições de trabalho e a produtividade.

Portanto, a presente dissertação propõe um estudo com as operárias de uma indústria de produtos de papelaria, localizada no PIM. Limita-se ao estudo de inconvenientes ergonômicos na atividade de embalagem na linha de produção de canetas. Deve-se observar que as possibilidades deste estudo são variadas e que a indústria, apresenta um campo propício para outros estudos. Porém, optou-se em realizar o estudo ergonômico unicamente na linha de produção de canetas.

1.5 - Estrutura dos capítulos

O presente **capítulo**, apresenta inicialmente a introdução sobre o que a pesquisa científica trata, contextualizando a importância de adotar o método PDCA para direcionar a AET, a identificação e justificativa da proposta de estudo, a lista de objetivos a alcançar e, o discurso da contribuição e relevância do trabalho para a sociedade e empresas que buscam atender e até superar as expectativas dos mercados.

O **Capítulo 2** faz uma abordagem geral do sistema de Gestão da Qualidade da empresa, enfatizando GQT uma estratégia competitiva, que utiliza método de monitoramento de suas atividades produtivas. Com essa apresentação a pretensão é situar o leitor sobre a origem do problema e ação tomada para desenvolver o trabalho.

No **Capítulo 3**, apresenta-se a revisão da literatura e o estado da arte do método PDCA e ergonomia, para revisar a literatura que fundamenta teoricamente a pesquisa científica.

O **Capítulo 4** trata da metodologia da pesquisa, comentado a escolha da estratégia para investigar o problema, bem como os passos utilizados na análise do problema, através do ciclo PDCA.

O **Capítulo 5** expõe o estudo de caso realizado na empresa, através do método PDCA.

Por fim, o **Capítulo 6** apresenta as conclusões e recomendações para as futuras pesquisas.

No final desse trabalho encontram-se todas as referências bibliográficas e apêndices.

CAPÍTULO 2

GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL

Neste capítulo será apresentado um breve resumo da gestão da qualidade na indústria em estudo, focando os pontos de estratégia, método de identificar das atividades produtivas e sistema de melhoria contínua. A intenção é revelar a identificação da problemática de produtividade e tomada de decisão em melhorias contínuas.

2.1 - Gestão da qualidade total (GQT)

Diante de uma série de novos desafios apresentados pelo mercado, como o aumento da concorrência e o surgimento de clientes ainda mais exigente, a indústria em estudo aposta na inovação para manter a competitividade. Além de integrar-se a tecnologia à rotina operacional, a organização percebeu que, na verdade, a grande mudança deveria partir da própria gestão, já que a flexibilidade tem se tornado um aspecto diferencial para qualquer negócio.

Com as constantes mudanças na demanda e na concorrência forçou a organização a adoção de Sistema de Gestão da Qualidade Total (GQT), que representa uma fonte de mudança cultural. Adequar-se a uma nova situação é desafiador, principalmente quando os processos e métodos já estão sedimentados na empresa. Antes de iniciar a abordagem de GQT, é importante entender o que é GQT.

2.2 O que é controle total da qualidade

O Controle da Qualidade Total (CQT) ou Total Quality Control ou Controle da Qualidade Total (TQC), é um sistema de gerenciamento, nascido nos EUA e

aperfeiçoado no Japão, onde sobressai a figura de Ishikawa em 1968, a partir de ideias norte-americanas, especialmente devidas a *Deming* e *Juran*, introduzidas durante a ocupação aliada naquele país depois de 1945. A sigla TQC é usada internamente no Japão, mas eles no contato com países estrangeiros preferem outra: *Company Wide Quality Control (CWQC)*, ou seja, Controle de Qualidade por toda a Empresa, para diferenciá-la de outro sistema, também chamado TQC, proposta por *Feigenbaum* de 1983, nos EUA (CARPINETTI *et al.*, 2009).

O CQT está baseado em diferentes fontes, segundo LONGO (1996) abrangem duas linhas básicas: uma de natureza técnica, que nasce com Taylor que se desenvolve com os métodos de controle estatístico de *Shewhart* em 1931 que se consolida com todo o conhecimento científico dos últimos 40 anos, através do trabalho dos grandes mestres: *Feigenbaum* em 1983, *Deming* em 1990 e *Juran* em 1980 e outra, de natureza humana, apoiada nas pesquisas sobre comportamento desenvolvidas por *Mac Gregor* em 1960, *Herzeberg* em 1966 e *Maslow* em 1970 e, mais recentemente, na abordagem holística representada, entre outros, por *Capra* em 1982 e *Ferguson* em 1980. A montagem básica do TQC foi feita pela Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE).

A preocupação com a qualidade, segundo LONGO (1996), começou com W.A. *Shewhart*, estatístico norte-americano, que, já na década de 20, tinha um grande questionamento com a qualidade e com a variabilidade encontrada na produção de bens e serviços. *Shewhart* desenvolveu um sistema de mensuração dessas variabilidades que ficou conhecido como Controle Estatístico de Processo (CEP). Criou também o Ciclo PDCA, método essencial da gestão da qualidade, que ficou conhecido como Ciclo *Deming* da Qualidade. Para melhorar o entendimento no sentido mais amplo das palavras Controle da Qualidade Total (CQT).

- Controle: A palavra controle pode ser aplicada em múltiplos contextos, mas no TQC, o controle está associada com a administração, seja algo está sob controle. Neste contexto, significa verificar as condições de determinada coisa, por exemplo; documentos, de produtos, processos e pessoas.
- Qualidade: É o grau de utilidade esperado ou adquirido de um produto ou serviço prestado, processo, pessoal ou de qualquer coisa, que se conseguiu verificar. A palavra qualidade está relacionada com a percepção, necessidade e

resultados. Portanto, deve-se ser garantida em todas as fases de seu desenvolvimento.

- Total: O controle de Qualidade é dito Total por envolver todos os processos da empresa e pessoas de todos os níveis e unidades.

2.3 - Gestão da qualidade como estratégia competitiva

Em acordo com SLACK *et. al.* (2002), a qualidade é muito importante para as organizações, pois seus melhoramentos afetam outros aspectos da produção como: lucratividade; melhores vendas e preços mais lucrativos; redução de custos pela melhor eficiência, produtividade e uso do capital.

A primeira prioridade da empresa são os consumidores, ou seja, a satisfação do cliente. Por esse motivo, foca na gestão qualidade, o Controle da Qualidade Total (CQT) vem tendo papel fundamental na busca pelo aumento de competitividade.

Competitividade é o fator de desenvolvimento socioeconômico de um país e também elemento transformador do cidadão em suas relações humanas e sociais. A inovação, por sua vez, é elemento essencial da competitividade, permite que a empresa, utilizem conhecimentos e recursos da melhor forma para enfrentar este mundo cada vez mais globalizado e dinâmico.

Partindo desse conceito a indústria demonstra a importância pela gestão da qualidade, este sistema é integrado com os valores e normas da empresa, para promover atividades produtivas com qualidade. Possui a certificação na norma ISO 9001, em harmonia e preservação com o meio ambiente com norma ISO 14001, promovendo a saúde, a segurança e o bem-estar dos colaboradores com Norma OHSAS 18001 e SA800. A qualidade para ela se tornou um critério qualificador. A gestão pela Qualidade Total é uma estratégia administrativa, entendida como uma estratégia competitiva cujo objetivo principal se divide em duas partes: conquistar mercado e reduzir desperdícios. Está alinhada à estratégia de negócio da empresa.

A lógica de raciocínio de gestão da qualidade como estratégia competitiva é simples: para oferecer produtos ou serviços melhores ou diferentes do que a concorrência é preciso investir em melhorias dos produtos ou serviços, de forma a

torna-lo mais atrativos, o processo de melhorias contínuas acaba se tornando algo inevitável. Como a melhoria de produto é resultante da melhoria dos processos produtivo. Os processos de melhoria contínua, por sua vez, dependem do comprometimento da alta gerência e do envolvimento na capacitação de toda a força de trabalho em direção à melhoria.

2.4 - Melhoria contínua

A certificação e manutenção das normas busca consolidar a imagem da empresa socialmente responsável e sustentável. Com base neste propósito, seus negócios são fundamentados em princípios éticos que contemplam as relações humanas no trabalho e a constante melhoria. Tem como pontos básicos: foco no cliente; trabalho em equipe permeando toda a organização; decisões baseadas em fatos e dados; e a busca constante da solução de problemas e da diminuição de erros.

A empresa adotou o CQT como sistema de atividade dirigida para atingir cliente satisfeito, empregados com responsabilidades e autoridades. Atividade de melhoria contínua envolve todos da organização, é um esforço totalmente integrado na direção da melhoria do desempenho. Esta melhoria de desempenho é direcionada para alcançar os objetivos como qualidade, custo, prazos, missão, compromissos e objetivos gerais.

O sistema de Gestão de qualidade utiliza métodos para monitoramento de suas atividades e, realiza a medição dos processos do sistema de gestão da qualidade de forma a se avaliar se os processos estão alcançando os resultados planejados com base nos objetivos da qualidade. Faz uso de indicadores de desempenho é uma boa prática de gestão de desempenho.

A empresa avaliar o desempenho de vários índices de qualidade, tomando como exemplo; a produtividade, refugo, segurança, desempenho de entrega, despesas, dentre outros. No decorrer do monitoramento, verificou-se que o indicador de produtividade não estava atendendo as metas estabelecidas, que ocorreu a partir do mês de maio conforme Figura 2.1, logo tomou a ação, corretiva e preventiva. No resultados da ação

constatou-se que o processo de produção de canetas não estava atingindo as metas estabelecidas por vários fatores críticos discutida no capítulo 5.

Avaliação de desempenho do sistema de gestão da qualidade – índice de atendimento ao programado.

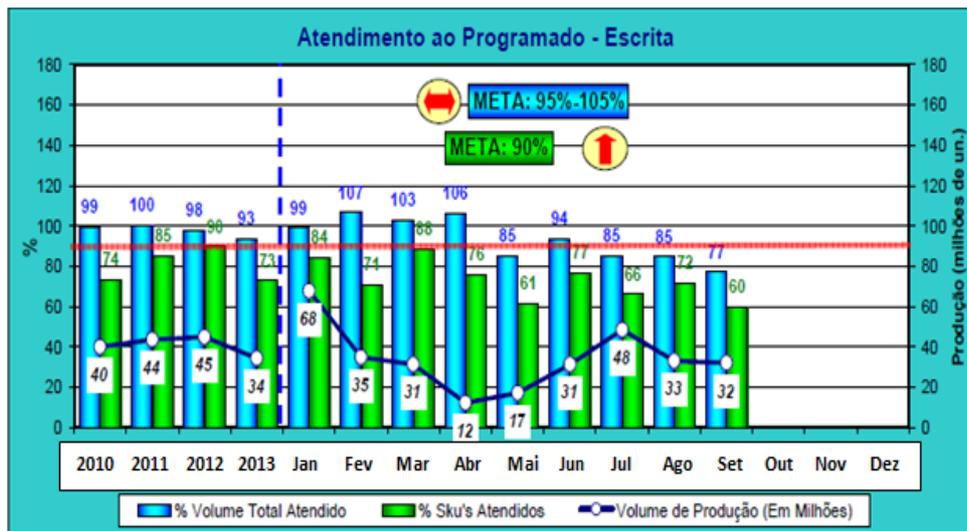


Figura 2.1 - Índice de desempenho de produtividade.

A GQT ocorre em um ambiente participativo. A descentralização da autoridade, as decisões tomadas o mais próximo possível da ação, a participação na fixação das metas e objetivos do trabalho normal e as metas e objetivos de melhoria da produtividade são considerações essenciais. O clima de maior abertura e criatividade leva a maior produtividade. GQT como uma estratégia de fazer negócio, objetiva maximizar a competitividade da empresa. Fundamenta-se em um conjunto de princípios de gestão, métodos e ferramentas de gestão da qualidade. Os princípios de gestão e compromisso da empresa baseiam-se em cinco princípios:

- Apoiar e desenvolver ações em benefício de seus colaboradores e da sociedade em geral, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável da empresa;
- Proporcionar um ambiente físico e psicológico de trabalho seguro e saudável, que contribua para o crescimento pessoal e profissional de seus colaboradores;

- Atender aos requisitos da Norma internacional AS 800 e do Código de Conduta do Grupo, respeitando os princípios pertinentes de instrumentos internacionais sobre direitos humanos e aos requisitos da legislação nacional;
- Aprimorar a relação com os seus fornecedores, estimulando-os a um compromisso de exercerem as práticas de responsabilidade social desta política, junto a seus colaboradores e a sociedade em geral;
- Buscar a melhoria contínua de seu Sistema de Gestão de Responsabilidade social.

A procura constante de inovações, o questionamento sobre a forma costumeira de agir e o estímulo à criatividade criam um ambiente propício à busca de soluções novas e mais eficientes. A organização incentiva os colaboradores a buscar práticas e procedimentos que consistem em fontes de sucessos, que estabeleça melhoria de seus processos internos e serviços. Um dos métodos adotado na prática de gestão da qualidade é o uso do método PDCA. O ciclo PDCA é um método cíclico para a condução de atividade de melhoria contínua. O PDCA, junto com métodos da ergonomia do trabalho, solucionaram os problemas existentes no posto de embalagem de canetas, conforme explicado no capítulo 5.

CAPÍTULO 3

REVISÃO DA LITERATURA E ESTADO DA ARTE

O capítulo apresenta a revisão bibliográfica dos métodos PDCA, ergonomia, ferramentas de qualidade e ferramentas de Critério de Moore e Garg e da Equação do NIOSHI usada na implementação do estudo.

3.1 - Método PDCA para prática da ergonomia

As indústrias que pretendem firmar-se em um cenário globalizado e muito competitivo devem buscar novas alternativas para destacar-se no mercado, oferecendo produtos e serviços de qualidade em tempo hábil para conseqüentemente ganhar a confiança dos clientes. Partindo desse conceito, a ergonomia é fundamental para área industrial. Atualmente, as indústrias se deparam com situações de problemas de saúde dos colaboradores, em função do ritmo acelerado de trabalho, para garantir o cumprimento da produtividade. A aplicação da ergonomia dentro desse ambiente industrial diminuir as doenças provenientes das atividades desempenhadas pelo colaborador e que por conseqüência aumenta a produtividade, do qual é um dos objetivos traçado neste estudo.

A estruturação de um ambiente ergonomicamente adaptado deve seguir algumas condições para que o projeto surta os efeitos desejados. Assim, surgiu a ideia de incorporar conceitos de qualidade, práticas, ferramentas e procedimentos que incidem em fontes de sucessos. Adotou-se um dos procedimentos mais bem conhecidos na prática de gestão da qualidade, o método PDCA para direcionar a prática da ergonomia, através das etapas do ciclo PDCA. Como também o emprego de ferramentas da qualidade, com finalidade de mensurar, analisar e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho, a implantação dos sistemas, juntos solucionaram os problemas existentes no posto de embalagem de canetas.

Enfim, a prática destes sistemas reverte-se em resultados de desempenho de conforto e produtividade, gerando benefícios para ambas às partes, empresa e colaborador.

3.1.1 - Ciclo PDCA

Um dos processos que auxilia na tomada de decisão ou na busca de uma solução é o ciclo PDCA. Segundo MARANHÃO (2011), o conceito de método de melhorias, o ciclo PDCA foi originalmente desenvolvido na década 30, nos laboratórios da Bell Laboratories no EUA, pelo professor e estatístico americano Walter A. Shewhart exigiu em seus estudos a necessidade de que os administradores utilizassem o ciclo *Specify-Product-Inspect*, isto é, Especificar-Fazer-Inspeccionar (verificar). Na década de 1950, um de seus alunos, William Edwards Deming que se tornou famoso por orientar o desenvolvimento da qualidade japonesa no pós-guerra, que completou o ciclo de Shewhart acrescentando mais uma fase, assim, postulou o ciclo P-D-C-A, iniciais das palavras inglesas *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Control* (controlar, verificar) e *Action* (atuar corretamente). Assim, Deming tornou-se um dos principais ícones no gerenciamento de qualidade na indústria japonesa, tornar-se oficial pela fabricação de produtos inovadores de alta qualidade, foi considerado o estrangeiro que gerou o maior impacto sobre a indústria e a economia japonesa.

MARANHÃO (2011) resume, o ciclo PDCA, consiste de quatro fases básicas de controle: planejar (P), fazer (D), verificar (C) e atuar corretivamente (A), que em sua forma operacional têm a fase de planejamento e execução subdividida, com detalhamento conforme mostra Tabela 3.1:

Tabela 3.1 - Planilha PDCA para melhorias.

Fase	Significado	Descrição
P	Planejar	Estabelecer objetivos.
		Definir método.
		Definir os recursos necessários para atingir os objetivos estabelecidos.
D	Fazer	Educar (harmonizar-se com o ambiente, socializar-se).
		Treinar (desenvolver habilidades).
		Realizar o plano.
C	Verificar	Medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o que foi executado e o que foi planejado.
A	Atuar	Atuar corretivamente sobre a diferença identificada. A atuação corretiva pode ser aplicada sobre o que foi executado (retrabalho, reparo etc.) ou sobre o planejamento.

Fonte: MARANHÃO (2011).

A aplicação do ciclo PDCA segue um padrão de funcionamento, esse padrão consiste em planejar, executar, avaliar e ajustar. Essas quatro fases são à base da filosofia do melhoramento contínuo. Para CAMPOS (2014), o ciclo PDCA é definido como uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica. Com detalhamento 8 etapas e pode ser representado pela Figura 3.1:

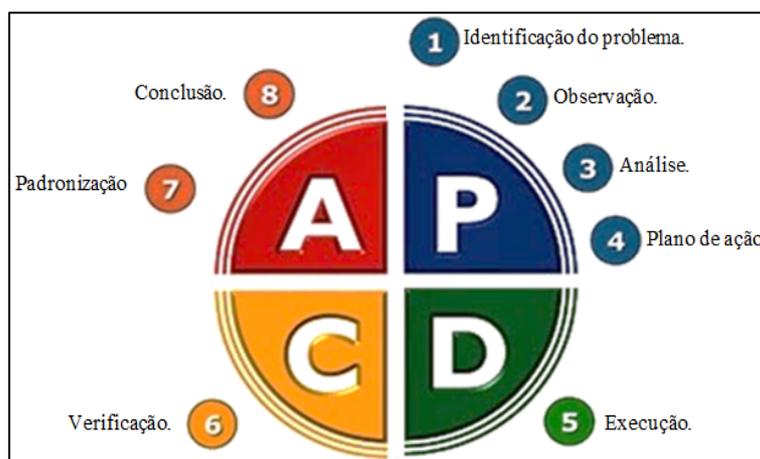


Figura 3.1 - Ciclo PDCA.
Fonte: baseado em CAMPOS (2014).

O ciclo PDCA de acordo com CAMPOS (2014) é um método de gerenciamento para promover a melhoria contínua de processo ou sistemas, pode ser aplicado em qualquer empresa. É o caminho para se atingirem as metas. Método é uma palavra de origem grega e é a soma das palavras *meta* (que significa “além de”) e *hodos* (que significa “caminho”). Portanto método significa “caminho para se chegar a um ponto além do caminho”. Existe um “caminho” para isto que todos na empresa podem estudar e aprender, que é o método do Ciclo PDCA de controle. O PDCA é um método para a “prática do controle”.

A palavra método literalmente significa *ordenação do caminho*. A ideia é a da ordenação do caminho com foco no objetivo. Já o método científico é a ordenação dos procedimentos de investigação com foco na busca de conhecimento científico (ABRAMCZUK, 2004).

Para a solução de problemas, o emprego do método deve vir acompanhado da metodologia e da técnica. É importante diferenciar estes termos. Segundo THIOLENT (1983), a metodologia é entendida como disciplina que se relaciona com a

epistemologia ou a filosofia da ciência. Seu objetivo consiste em analisar as características dos vários métodos disponíveis. Além de ser uma disciplina que estuda os métodos, a metodologia é também considerada como modo de conduzir a pesquisa.

A técnica possui, em geral, um objetivo muito mais restrito do que o método. Em outras palavras, os métodos têm graus variáveis de abrangência. Podem ser chamados simplesmente técnicas, ou métodos de menor grau, isto é, de maior especialização, com os quais se obtêm resultados parciais ou muito delimitados (THIOLLENT, 1983).

Sob o âmbito do TQC, CAMPOS (2014), fala que “o método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada”. A ferramenta (vista aqui como sinônimo de técnica) “é o recurso a ser utilizado no método”. Enfatiza que não adianta conhecer várias ferramentas se o método não é dominado, pois o que realmente soluciona os problemas é o método e não as ferramentas. O PDCA é definido como uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades, uma aplicação contínua do ciclo PDCA, de forma integral permite um real aproveitamento dos processos gerados na empresa, visando à redução de custos, o aumento da produtividade e consolidando a padronização de práticas.

MOREIRA *et al.* (2014), comenta em seu artigo que o método PDCA é usado principalmente para a resolução de problemas recorrentes ou críticos, que prejudicam o desempenho de um processo ou serviço qualquer. Por isso, ele é desdobrado em passos, sendo normalmente conhecido como método de análise e solução dos problemas (Masp). Como também de método de análise e melhoria de processos (Mamp).

A utilização do ciclo PDCA envolve várias possibilidades, segundo AGUIAR (2012), podendo ser utilizado para o estabelecimento de metas de melhoria decorridas da alta administração, ou também de pessoas ligadas diretamente ao setor operacional, com o objetivo de coordenar esforços de melhoria contínua, ao que se refere o caso do estudo. O programa de melhoria iniciou-se com um planejamento cuidadoso (definir uma meta), resultou-se em ações efetivas, em comprovação de eficácia das ações, para enfim, obter os resultados da melhoria.

Há dois tipos de metas, de acordo com a estratégia empregada. Existem as metas para melhorar: Ciclo PDCA para melhorar são aquelas que a excelência nunca é alcançada, o ponto ótimo é sempre acima do que se está; existem metas para manter:

Ciclo PDCA para manter (conhecido também como ciclo SDCA) estipula uma condição mínima para a excelência. Conforme CAMPOS (2014), as “diretrizes de controle” são mantidas pelo cumprimento dos procedimentos padrão de operação. Este é chamado “ciclo de manutenção”. No estudo de caso utilizou-se o Ciclo PDCA para análise e solução.

3.1.2 - PDCA para análise e solução

Não existe o problema como algo absoluto. O problema surge da comparação entre o que se quer e o que se obteve. Problema é uma meta não alcançada; um resultado que não se está satisfeito; o efeito indesejado de algum processo. O ciclo PDCA é usado para a análise e na solução de problemas. Para tanto ele é desdobrado em passos, sendo normalmente conhecido como método de análise e solução dos problemas (Masp). Também é chamado de método de análise e melhoria de processos (Mamp) e *quality circle story (QC story)*.

Para solução de problemas é fundamental definir as causa para que elas sejam eliminadas ou controladas resultando no controle de problema ou na sua solução. Daí a importância dos conhecimentos das pessoas. Toda a equipe da melhoria estava bem preparada para que não sejam tomadas decisões erradas e para que se opte pelo meio mais rápido e de menor gasto possível (melhor custo-benefício), na solução de problemas. Os participantes da melhoria são pessoas experientes em processos de produção, em ergonomia. Assim, todos participaram de um curso de ergonomia industrial fornecido pela empresa, onde incluía orientações sobre tomadas decisões, bem como pela ação simples e eficaz com menor custo na solução de problemas.

CAMPOS (2014), fala que a solução dos problemas da empresa, ou seja, a melhoria dos resultados da empresa deve ser feita de forma sistemática e com a participação de todos (todos devem estar envolvidos na solução de algum problema da empresa). O método proposto é o “QC STORY”. É da mais alta importância que, sendo o método de solução de problemas parte do próprio método de “controle”, todas na empresa (do presidente ao operador) sejam exímios solucionadores de problemas. Este é o princípio do “gerenciamento participativo”.

Enfim, é muito comum no Brasil, por influência americana, dar-se muita importância às ferramentas (As sete ferramentas do CQ, as sete ferramentas gerenciais, Planejamento de experimentos, etc.) e pouca importância ao método. Como consequência, as pessoas ficam exímias conhecedoras das ferramentas, mas não sabem o que fazer com elas. É necessário praticar iniciando pelos problemas mais fáceis, até que o indivíduo domine o método.

3.1.3 - Passos ou etapas do ciclo PDCA

O ciclo PDCA ao ser desdobrado forma passos ou etapas. Alguns deles têm como ferramentas operacionais diagramas de causa e efeito, lista de verificação, estratificação, Diagrama de Pareto, brainstorming, diagrama de dispersão, entre outras. Todas as ferramentas são para favorecer o melhor entendimento dos problemas. No estudo utilizaram-se as ferramentas, brainstorming, gráfico de Ishikawa e o plano de ação (5W2H). Têm por característica a simplicidade, possibilitando que todos participem da solução do problema. Segundo CAMPOS (2014), passos:

Passo 1 (Identificação do problema): Escolher o problema é a tarefa mais importante, pois 50% do problema se resolve com a correta identificação do mesmo; levantar o histórico do problema, identificando a frequência e como o mesmo ocorre; mostrar as perdas atuais e ganhos viáveis, utilizando-se um histograma, por exemplo; fazer a análise de Pareto, priorizando temas e estabelecendo metas numéricas viáveis. Nessa tarefa, deve buscar somente os resultados indesejáveis. A causa faz parte do passo 3; nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder, propondo uma data limite para ter o problema solucionado.

Passo 2 (Observação): Descobrir as características através da coleta de dados. O problema deve ser observado sob vários pontos de vista: tempo, local, tipo, sintoma e indivíduo; coletar opiniões e utilizar o Gráfico de Pareto com as perguntas do “5W2H” (o que, quem, quando, onde, porque, como, quanto) para coletar os dados; descobrir as características do problema através da observação no local; estimar um cronograma para referência, atualizado em cada processo; estimar um orçamento e definir uma meta a ser atingida.

Passo 3 (análise): Definir as causas influentes, utilizando o *brainstorming* para colher o maior número possível de causas a fim de construir o diagrama de causa-efeito; escolher as causas mais prováveis, baseada nas informações colhidas na etapa 2 (observação); fazer a verificação de hipóteses, confrontando dados e opiniões utilizando Gráfico de Pareto para priorizar, o histograma para avaliar a dispersão e gráficos para verificar a evolução; fazer o teste de consistência da causa fundamental e verificar a possibilidade de bloqueio.

Pode ser que a causa determinada ainda não seja a causa fundamental, mas um efeito dela; em decorrência da tarefa anterior, deve-se transformar a causa num novo problema e perguntar outro porque voltando ao início do fluxo do processo.

Passo 4 (Plano de ação): Elaborar a estratégia de ação, certificando-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos; elaborar o plano de ação para o bloqueio e revisar o cronograma e o orçamento final através do “5W2H”; determinar a meta a ser atingida e os itens de controle e verificação dos diversos níveis envolvidos.

Passo 5 (Ação): Divulgar o plano a todos os envolvidos; apresentar claramente as tarefas e a razão delas; certificar-se de que todos entenderam e concordaram com as medidas propostas; executar a ação, registrando todos os resultados bons ou ruins e a data em que foram tomados.

Passo 6 (Verificação): Comparar os resultados, utilizando os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis; fazer uma listagem dos efeitos secundários; verificar a continuidade ou não do problema. Se os efeitos continuarem a ocorrer, significa que a solução apresentada foi falha; verificar se o bloqueio foi efetivo. Se a solução foi falha, retornar a etapa 2 (observação).

Passo 7 (Padronização): Estabelecer o novo procedimento operacional ou rever o antigo pelo 5W2H; incorporar sempre que possível um mecanismo à prova de falha; fazer a comunicação de modo a evitar possíveis confusões: estabelecer data de início da nova sistemática, quais as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários ao mesmo tempo e por todos os envolvidos; efetuar a educação e o treinamento, certificando-se de que todos os funcionários estão

aptos a executar o procedimento operacional padrão; fazer um acompanhamento periódico da utilização do padrão.

Passo 8 (conclusão): relacionar os problemas remanescentes e também os resultados acima do esperado; reavaliar os itens pendentes, organizando-os para uma futura aplicação do método de solução de problemas; analisar as etapas executadas do MASP nos seguintes aspectos: a) cronograma (houve atrasos significativos ou prazos folgados demais? quais os motivos?) b) elaboração do diagrama causa-efeito – foi superficial? c) houve participação dos membros? o grupo era o melhor para solucionar aquele problema? As reuniões eram produtivas? o que melhorar? d) As reuniões ocorreram sem problemas (faltas, brigas, imposições de ideias)? e) a distribuição de tarefas foi bem realizada? f) o grupo ganhou conhecimentos? g) o grupo melhorou a técnica de solução de problemas, usou todas as técnicas? Refletir cuidadosamente sobre as próprias atividades da solução de problemas.

Enfim, o ciclo PDCA é um método de gestão que representa o caminho, através da sequência de atividades, percorridas de maneira cíclica para que as metas estabelecidas sejam alcançadas. Sua aplicação melhora o desempenho do trabalho, a qualidade do produto e a produtividade. Por consequência, melhora a competitividade da empresa.

3.2 - Ferramentas para a prática da qualidade

Para gerenciar os processos e, sobretudo tomar decisões com maior precisão, se faz necessário trabalhar com base de dados, ou seja, com informações geradas no processo. Existem técnicas importantes e eficazes denominadas ferramentas da qualidade, que de acordo com PALADINI (2010), são capazes de propiciar a coleta de dados, o processamento e a distribuição das informações disponíveis relacionados aos processos de gerenciamento dentro das organizações. No estudo para a implementação do PDCA, utilizaram-se as ferramentas de qualidade: *brainstorming*, gráfico de Ishikawa e o plano de ação (5W2H).

3.2.1 - Brainstorming

O *brainstorming* é a mais conhecida das técnicas de geração de ideias. Foi originalmente desenvolvida por Osborn, em 1938. Em inglês, quer dizer “tempestade cerebral”. A técnica propõe a equipe expor a diversidade de pensamento e experiências para gerar solução inovadora para o problema exposto, rompendo paradigmas estabelecidos. O clima de envolvimento e motivação gerado pelo *Brainstorming* assegura melhor qualidade nas decisões tomadas pelo grupo, maior comprometimento com a ação e um sentimento de responsabilidade compartilhado por todos.

3.2.2 - Diagrama de causa e efeito de Ishikawa

O diagrama de causa e efeito de Ishikawa foi criado e desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943, denominado também como diagrama de espinha de peixe ou diagrama 6M. Ishikawa organizou especificamente a ferramenta para aperfeiçoar o controle de qualidade industrial na década de 1960. DAYCHOUM (2013) relata que é uma técnica simples e eficaz de enumeração das possíveis causas de um determinado problema. As causas são agrupadas em famílias para facilitar a sua análise, sendo relacionadas como o efeito causado de forma visual e clara. Possui subdivisão composta por seis “M”, conforme mostra Figura 3.2.

Para conduzir com êxito a construção do Diagrama de Causa e Efeito é importante seguir as seguintes etapas conforme WERKEMA (1995): definir o efeito ou problema que se deseja analisar e estudar; identificar o conjunto principal das possíveis famílias de causa, que se refere à preparação da estrutura do diagrama de Causa e Efeito; efetuar o arranjo das famílias de causa sobre a espinha-de-peixe; aprofundar a análise das causas, realizando um desdobramento das famílias de causa; revisar todo o diagrama para verificar se as causas mais relevantes foram registradas.

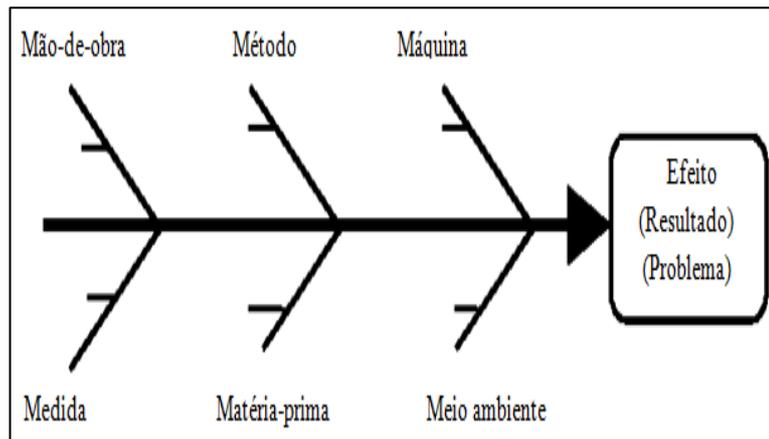


Figura 3.2 - Gráfico de Ishikawa.
Fonte: CAMPOS (2014).

Assim, o diagrama de causa e efeito se configura na estrutura acima, sendo uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo.

3.2.3 Plano de ação (5W2H)

A ferramenta 5W2H é basicamente uma ferramenta de *checklist*, que faz a verificação e acompanhamento dos planos de ação, através de sete perguntas objetivas, mapeia o problema sob todas as óticas auxiliando o processo de estratificação na análise de Pareto. As perguntas e intenções da metodologia são: (What), Quem? (Who), Onde? (Where), Porque (Why), Quando? (When), Como? (How) e Quanto? (How much).

Enfim, esta ferramenta, temos um quadro completo de cada atividade. Além disso, durante a execução, o plano de ação nos permite saber quem é quem, o que está fazendo e porque esta fazendo.

3.3 - Ergonomia

3.3.1 - Breve história

A ergonomia é tão antiga quanto à própria existência humana nasceu a partir do momento em que o homem primitivo construiu seus primeiros objetos para garantir sua

sobrevivência. Segundo SILVEIRA e SALUSTIANO (2012), o homem percebeu que com um tacape que se conformava bem à sua mão, poderia caçar e se defender melhor dos predadores (animais e outros homens), construir o design de armas, utensílios, moradias, ferramentas, vestimentas, veículos etc. Embora não tivesse ideia do que fazia o homem sem saber, exerceu a ergonomia fazendo uso apenas de sua intuição criativa e bom senso, ao longo do tempo foi desenvolvido objetos cada vez mais bem elaborados. A ergonomia no período da idade média foi um marco de evolução, segundo FILHO (2010, p.17), fala que a evolução se deu em função de vários avanços técnicos importantes, como o da engenharia e o do desenvolvimento de novas tecnologias e materiais, das grandes invenções, das ciências de modo geral, até a pré-industrialização, dentro dos conceitos de produção seriada e de reprodutibilidade dos objetos fabricados industrialmente e também com relação ao aparecimento de grandes pesquisadores e cientistas, no desenvolvimento dos primeiros estudos do homem no trabalho, como Leonardo Da Vinci, Lavoisier, Coulomb, Chaveau, Marey, Jules Amar, Patissier, Villermé, Taylor, entre outros.

DUL e WEERDMEESTER (2012) apontam que a ergonomia nasceu de maneira sistematizada durante a II Guerra Mundial que ocorreu entre o ano de 1939 – 1945. Nesta época teve uma organização de um grupo de pessoas preparada, a união de esforços entre a tecnologia, ciências humanas e biológicas para ajudar na solução dos problemas de projetos e à operação e manutenção de equipamentos militares. Os problemas apresentados foram à alta frequência de acidentes no uso de equipamentos (aviões, radares, submarinos, sonares e outros), os equipamentos exigiam dos operadores decisões rápidas que implicavam na complexidade e riscos. Diante da situação, houve a necessidade de uma organização de equipes, um trabalho interdisciplinar realizado por vários profissionais, como médicos, fisiologistas, psicólogos e engenheiro para que os designs dos produtos fabricados fossem adaptados melhor ao ser humano por que os equipamentos não se adaptavam as características do homem, os resultados destes esforços foram satisfatórios.

Terminaram-se a guerra e alguns desses especialistas permaneceram unidos e verificaram a possibilidade de aplicar os conhecimentos e experiências adquiridas na área industrial, com foco no homem – máquina e interesse nesse ramo de conhecimentos cresceram rapidamente, principalmente na Europa e nos Estados Unidos. Na Inglaterra, criou-se o termo ergonomia e estabeleceu-se em 1949. Em 1961 foi

criada a Associação Internacional de Ergonomia (IEA), que atualmente representa as associações de ergonomia de quarenta países, com um total de dezenove mil sócios. Sabe-se que a aplicação da ergonomia era somente para resolver problemas causados pela operação de equipamentos militares, mas que apesar de não ter um material consistente sobre história da ergonomia, teve um grande desenvolvimento depois da II Guerra Mundial, quando a industrialização toma um avanço, e começa nascer uma maior integração entre homem, atividade e máquina.

No Brasil, a primeira abordagem de ergonomia, segundo MORAIS e MONT'ALVÃO (2010), foi 1960, pelo professor Sérgio Augusto Penna Kehl em um projeto de produto, no curso de Engenharia de Produção da escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), o conteúdo programático enfatizava “O Produto e o Homem”. Depois, Kehl fundou o GAPP (Grupo Associação de Pesquisa e Planejamento) que ofereceu a ergonomia com item de consultoria para algumas empresas. Mas a maior investida aconteceu no início de anos 70, com vinda do professor Itiro Iida para a COPPE (Coordenação de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção), no Rio de Janeiro. Na mesma época Kehl encorajou o Itiro Iida a desenvolver a sua primeira tese brasileira em Ergonomia que cujo nome “Ergonomia do Manejo”, defesa em 1971. Por volta de 1980, Itiro Iida fundava a disciplina de ergonomia na Universidade de São Paulo e passa a lecionar Coordenação de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção / Universidade Federal do Rio de Janeiro do qual se tornava um centro de formação em ergonomia. Na Escola Superior de Desenho Industrial e Universidade do Estado do Rio de Janeiro, o professor Itiro Iida e Karl Bergmiller iniciava o ensino de Ergonomia para o desenvolvimento de projeto e produto, a disciplina se tornava obrigatória para os cursos de Design. Depois, a ergonomia se desenvolveu cada vez, em 1983 foi criada a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que é filiada à IEA.

Diante do contexto, a ergonomia brasileira surgiu a partir da difusão da ergonomia a nível internacional e desde daí passou a ocupar destaque no cenário internacional, no âmbito latino-americano. Começou como uma disciplina durante a segunda guerra mundial, na resolução de problemas entre homem e as máquinas com ênfase na produtividade humana e fisiologia do trabalho.

3.3.2 - Definições

A palavra ergonomia, de acordo SOBRAL (2014), vem dos termos gregos, ergo, significa trabalho e nomos que significa regras, leis naturais. No sentido etimológico, o termo significa estudo das leis do trabalho, que implica na origem da palavra, ergonomia (ergo = trabalho; nomos = regras). Assim sendo, entendemos que ergonomia significa as regras para se organizar o trabalho. Sabemos que existe uma variedade de definições de ergonomia, porém adotamos quatro por servir de base de nosso estudo:

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relaciona ao entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos ou sistema, e a aplicação de teoria, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. “Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e avaliação de tarefa, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torna-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas” (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA - IEA, 2000).

“Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho as característica fisiológicas e psicológicas do ser humano” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA-ABERGO, 2015).

“Ergonomia é arte na qual são utilizados o saber técnicocientífico e o saber dos trabalhadores sobre sua própria situação de trabalho” (MANUAL DE ERGONOMIA, 2015).

DUL e WEERDMEESTER (2012) completa a definição, “a ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com objetivo de melhorar a segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho”.

Diante as definições pode-se dizer que a ergonomia é uma ciência que se concentra no estudo do trabalho humano com finalidade de adaptar o trabalho a ele, e para que isso aconteça utiliza outras áreas de conhecimentos de comportamento humano. Onde estas ciências são parceiras para aderir uma compreensão científica do homem que trabalha. No estudo, a ergonomia focaliza o homem em suas atividades cotidianas no posto de embalagem de canetas. As condições de desconforto, que são eliminadas adaptando-as às capacidades e limitações físicas e psicológicas do homem.

3.3.3 - Objetivos da ergonomia

As empresas por uma questão de sobrevivência no mundo dos negócios buscam qualidade dos produtos e serviços com menos custos de produção, este precisa ser um objetivo contínuo de qualquer empresa. O cliente externo está cada vez mais exigente, buscando qualidade no produto e no serviço por um preço acessivo. Se o cliente externo está mudando, o interno está também, ele está mais informado e exigente com relação ao seu ambiente de trabalho e a atividade que executa. A empresa precisa manter uma relação integral entre o trabalho do homem e os meios de produção para se tornar competitiva. Sabe-se que a ergonomia estuda diversos fatores que influem no desempenho do sistema produtivo e procura minimizar as suas consequências lesivas sobre o trabalhador.

Usando a ergonomia como ferramenta em seu planejamento de melhorias contínuas, as empresas de modo geral podem conseguir objetivos:

- Adaptar o local e as condições de trabalho em relação às características do trabalhador (MAS, 2007);
- Reduzir as particularidades dos trabalhos repetitivos (ABRANTES, 2004);
- Aumentar a saúde e conforto do trabalhador (FALZON, 2013);
- Aumentar a eficiência do elemento humano (IIDA, 2014);

Sabe-se que para atingir estes objetivos, as diferentes características do trabalho devem ser compatíveis com os limites fisiológicos e comportamento do indivíduo. O valor da ergonomia é atender os objetivos sociais (bem-estar), relacionados ao conforto e a saúde dos trabalhadores, a prevenção de riscos (acidente e doença), minimização de fadiga e etc. SOBRAL (2014) complementa com sua argumentação, diz que a ergonomia visa, à saúde, segurança e a satisfação do trabalhador:

- A **saúde** do trabalhador é mantida quando as exigências do trabalho do ambiente não ultrapassam as suas limitações energéticas e cognitivas, de modo a evitar as situações de estresse, riscos de acidentes e doenças ocupacionais;
- A **segurança** é conseguida com os projetos do posto de trabalho, ambiente e organização do trabalho, que estejam dentro das capacidades e limitações do trabalhador, de modo a reduzir os erros, acidentes, estresse e fadiga;

- A **Satisfação** é o resultado do atendimento das necessidades e expectativas do trabalhador;
- A **Eficiência** é a consequência de um bom planejamento e organização do trabalho, que proporcione saúde, segurança e satisfação ao trabalhador.

Sendo assim, a ergonomia trabalha sobre a montagem do ambiente de trabalho para o trabalhador. Portanto, a empresa ajuda seus funcionários a serem seguros, saudáveis e produtivos, através de treinamentos no local de trabalho.

3.3.4 - Objeto de estudo

Segundo (IIDA, 2014), o objeto de estudo da ergonomia é análise da atividade humana para compreender as interações que se manifestam entre o ser humano e seu envolvimento nas atividades de trabalho, objetivando a melhor adequação possível do objeto ao homem.

A ergonomia sempre procura a melhor adaptação do objeto aos seres vivos em geral, sobretudo no diz respeito à segurança, ao conforto e à eficácia de uso ou de operacionalidade dos objetos, em particular nas atividades e tarefas humanas. O termo objeto de uso industrial é todo e qualquer ambiente, máquina, equipamento, ferramentas, posto de trabalho e de atividade, dentre outros que mantêm com o homem uma relação de utilização no aspecto físico ou sensorial, restritos ao processo de produção industrial. Compreende-se que os objetos passam a ser considerados como meios para que o homem realizem determinadas funções para desfrutar de benefícios práticos, operacionais, de conforto, de segurança, de informação e outros, dependendo do tipo da natureza e das características da maior ou menor complexidade dos objetos (FILHO, 2010).

Neste estudo, estudamos as condições ergonômicas do homem, máquinas e ambiente, ou seja, sistema homem-máquina-ambiente interagindo entre si e a sua influencias sobre o conforto, condição de trabalho e a produtividade. Realizaremos um diagnóstico das principais situações de risco e traçaremos recomendações. No que se refere à ergonomia a análise da atividade conduzirá as etapas da análise ergonômica do trabalho (AET), visto que este é o objeto de estudo.

Na ergonomia, existem diversas ciências relacionadas ao estudo de comportamento humano. Baseia-se em disciplinas para aperfeiçoar a interação entre o ambiente de trabalho e o trabalhador. Ela difere de outras áreas de conhecimento por seu caráter multidisciplinar. Os domínios das áreas de aplicação da ergonomia de modo geral, conforme a ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA é a ergonomia física, cognitiva e organizacional:

Ergonomia física: está preocupada com as características humanas anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas na sua relação com atividade. Os objetos de estudo incluem a postura no trabalho, manipulação de objetos, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionado ao trabalho, disponíveis no local de trabalho, segurança e saúde da operadora.

Ergonomia cognitiva: esta preocupada com processos mentais relacionados com atividade de trabalho, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, em seu impacto sobre as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Os objetos de estudo incluem a carga de trabalho mental, desempenho de tomadas de decisão, desempenho, interação homem-máquina-ambiente, confiabilidade humana, estresse no trabalho e treinamento.

Ergonomia organizacional: está preocupada com a otimização dos sistemas de sócio- técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, que define as regras e processos de trabalho. Os objetos de estudo incluem comunicações, projetos de trabalho (gestão de recursos humanos), programação do trabalho em grupo (horários de trabalho), trabalho cooperativo (trabalho em equipe), cultura organizacional (novas formas de trabalho).

Enfim, são várias as disciplinas que envolvem a ergonomia, conduzida para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana. Cabe agente como praticante para obter êxito na prática e intervir nas atividades de trabalho ter uma visão ampla das disciplinas de campo de ação. Nossa perspectiva multidisciplinar nos permite transferir nossos conhecimentos para a organização do posto de trabalho de embalagem de canetas, tornando-o compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações dos funcionários.

3.3.5 - Aplicações da ergonomia

O campo de conhecimento da ergonomia continua evoluindo cada vez mais em função do avanço das diversas disciplinas. Ela pode ser aplicada em diversos setores da atividade produtiva, como para os setores de agricultura, mineração, construção civil, aeronáutica, automotiva, farmacêutica, hospitalar, escolar, transportes, sistemas informatizados, no cotidiano das pessoas etc. FILHO (2010), afirma que é desenvolvida principalmente nos países mais desenvolvidos que estão em harmonia com os avanços educacionais e várias tecnologias (microcomputador, automação, comunicações por satélites, rede mundial de informações e outras) que estão gerando mudanças culturais em termos políticos, econômicos, sociais, comportamentais, bem como a relação aos novos conceitos que estão permeando as relações e atividades do trabalho. Como vimos, a ergonomia é ampla, desprovido de limitações, onde existe um ser humano, ela pode estar presente. Seja qual for o setor aplicado é possível existir intervenções ergonômicas atua em qualquer situação de trabalho.

Mas, o problema da adaptação do trabalho ao homem nem sempre tem uma solução simples, que possa ser resolvida na primeira tentativa, do qual se refere nosso estudo. IIDA (2014) em seus discursos fala que “as pesquisas fornecem um acervo de conhecimento, princípios gerais, medidas básicas das capacidades físicas do homem e técnicas para serem aplicadas”, porém não fornece respostas prontas para soluções de problemas, ressalta que uma situação ideal seria aplicar a ergonomia nas etapas do projeto de máquina, sistema, ambiente ou local de trabalho. Afirma que a contribuição ergonômica pode ocorrer em várias etapas do processo produtivo, depende da ocasião em que é feita e classifica em quatro etapas conforme citada abaixo:

Concepção: quando a contribuição se faz durante o projeto do produto, da máquina de uma estação de trabalho e equipamentos, ambiente ou sistema. Esta é melhor fase para aplicação da ergonomia, por que ganha mais conhecimento e experiência em função das dificuldades, problemas que aparecerão durante a implementação do projeto, leva a equipe a fazer buscar solução e a tomar decisões que geralmente são tomadas com base em situações hipotéticas.

Correção: é aplicada em situações reais, já existente, para resolver problemas que se refletem na segurança, fadiga excessiva, doenças do trabalhador ou qualidade da produção para alterar locais ou condições de trabalhos.

Conscientização: procura capacitar o próprio trabalhador para a identificação e correção dos problemas do dia-a-dia ou casos emergências. Fase em que procura apenas manter os trabalhadores informados.

Participação: procura envolver o próprio usuário do processo, ou seja, o trabalhador, na solução de problemas ergonômicos, baseado na confiança de que possuem um conhecimento prático. Nesta fase o trabalhador solucionar problemas em posto de trabalho, consumidor e de produtos de consumo.

A aplicação da ergonomia foi em uma atividade produtiva, na indústria de produção de produtos de papelaria, em posto de trabalho de embalagem de caneta, onde o trabalhador tem sua função e local de trabalho definido, utilizando uma máquina de montagem de caneta, uma cadeira, balança contadora, bancadas de trabalho, materiais de embalagem (caixa e cartucho) e bandeja para realizar a atividade de embalagem de canetas. Ressalta-se que existem 12 postos iguais. Caracteriza-se em ergonomia de correção, por modificar uma situação existente em sistema produtivo de embalagem de canetas, que também se deparou com dificuldades, riscos e problemas na implementação de melhorias das condições de trabalho.

Em função de vários problemas, procurou-se buscar mais conhecimentos sobre o homem que compõem o posto de trabalho, práticas de ergonomia, bem como métodos e técnicas de solução de problemas, que serão esclarecidos no capítulo 5. A ergonomia na indústria de acordo com IIDA (2014) contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais, através do aprimoramento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e da melhoria das condições de trabalho.

3.3.6 - O sistema homem-máquina-ambiente

O sistema homem-máquina-ambiente é construído de homem, máquina e ambiente que interagem si, para realização de um trabalho, segundo IIDA (2014) o enfoque ergonômico é baseado na teoria de sistema. A palavra sistema é empregada

com muitos sentidos, mas para ergonomia é definida como “um conjunto de elemento que se interagem entre si, com um objetivo comum”. O homem é um fator humano. O conceito de máquina é qualquer tipo de elemento usado pelo homem para realizar um trabalho ou para melhor o seu trabalho. O ambiente a que refere é tudo que envolve e que influencia o desempenho do sistema homem-máquina.

Para PINHEIRO e FRANÇA (2006), o sistema homem-máquina-ambiente é a união das partes que formam um todo, de forma a unir um ou mais elementos simultaneamente, interagindo o homem e a máquina para executarem uma determinada tarefa.

3.3.7 - Interação do sistema homem-máquina-ambiente

O estudo restringe-se ao aprimoramento do sistema homem-máquina-ambiente. Um sistema no qual uma operadora humana, máquina e ambiente interno são integrados para executarem a tarefa de embalagem de caneta. Foi elaborado um diagrama do sistema homem-máquina-ambiente, que representa esquematicamente os principais fatores que influenciam o desempenho do sistema homem-máquina-ambiente, conforme mostra Figura 3.3. O diagrama foi baseado em um esquema apresentado no livro de ergonomia do objeto, autor FILHO (2010):

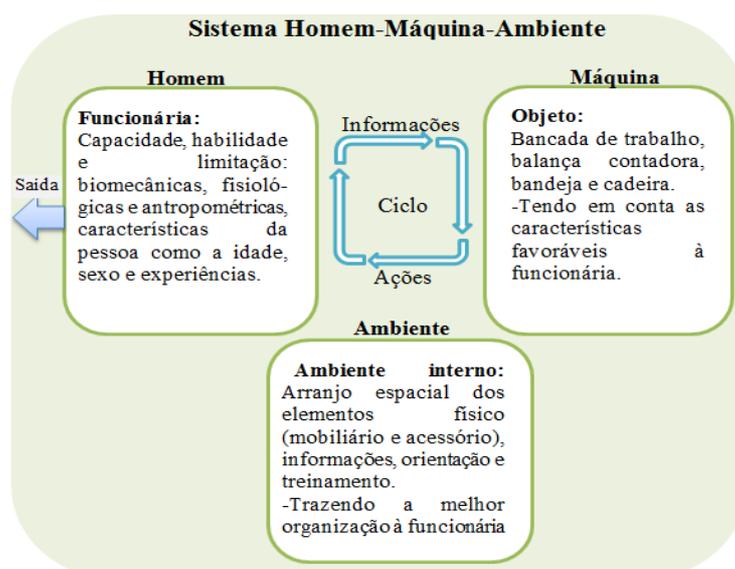


Figura 3.3 - Diagrama do sistema homem-máquina-ambiente.
Fonte: A própria autora, baseado em FILHO (2010).

Consideramos como sistema o posto de trabalho de embalagem que é a configuração física do sistema homem-máquina-ambiente. Uma unidade produtiva que envolve a análise da operadora (homem) realizando a atividade de embalagem, onde se analisa a postura e movimento corporal, do objeto (máquina) de alcance da operadora usado na realização da atividade, tendo em conta as características favoráveis à operadora, dos fatores de organização (ambiente), interagindo por meio de trocas de fluxos informação e ação (correção e/ou modificação) chamada de ação ergonômica, com finalidade de alcançar o objetivo do estudo.

Assim, inserido nesse contexto de aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, o presente trabalho propõe incorporar a metodologia AET nas etapas do método PDCA, que será explanada no capítulo 5.

3.3.8 - Análise ergonômica do trabalho

O ponto central da ergonomia é a análise ergonômica do trabalho (AET), desenvolvida com finalidade da ergonomia de correção, indica aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho. Existem diversas áreas da ergonomia aplicada ao trabalho, adotou-se no estudo a biomecânica ocupacional, por analisar as interações entre o trabalho e o homem, sob vários pontos de vista, conforme explicada posteriormente no diagrama de sistema homem-máquina-ambiente.

Analisar uma situação de trabalho, no ponto de vista de COUTO (2014), baseia-se no estudo da postura e movimentos corporais do trabalhador, necessários para executar a tarefa, na medida do tempo gasto em cada um desses movimentos, onde a sequência dos movimentos é baseada em uma série de princípios de economia de movimentos, sendo que o melhor método é escolhido pelo critério do menor tempo gasto. Diagnosticar é procurar encontrar as causas que geram o problema apresentado, trata-se de uma análise detalhada do trabalho realizado pelo indivíduo que apresenta as queixas de dores ou cansaço, perda da força musculares/ou diminuição do controle dos movimentos. Corrigir uma situação real de trabalho é procurar à adaptação confortável e produtiva a situação de trabalho.

Ao realizar uma postura e movimento corporal, são acionados vários músculos, ligamentos e articulações do corpo. Os músculos fornecem a força necessária para o corpo adotar uma postura ou realizar um movimento. Os ligamentos desempenham uma função auxiliar, enquanto as articulações permitem um deslocamento de partes do corpo em relação às outras. Postura e movimentos inadequados produzem tensões mecânicas nos músculos, ligamentos e articulações, resultando em dores no pescoço, costas, ombros, punhos e outras partes do sistema músculo-esqueléticas (DUL e WEERDMEESTER, 2012).

AET é utilizada para responder a uma questão precisa e, de acordo com relatos de SHIDA e BENTO (2012) em seu artigo é dirigida para a proposição de solução operatória, surge como ferramenta essencial de orientação da intervenção ergonômica, que leva às transformações ergonômicas, às contribuições essenciais para a organização do trabalho, à definição dos postos de trabalho e a formação das transferências de tecnologias, dentre outros.

Deste modo, AET está centrada no estudo de situação de trabalho, buscando a melhor adaptação do trabalho ao homem. Ela tem possibilitado a compreensão e a transformação de inúmeras situações de trabalho. Na prática, incorporamos os métodos AET nas etapas dos métodos PDCA, por questão de terem a mesma filosofia e foco. O foco de interesse é voltado para solução de problemas esclarecido no capítulo 5.

3.3.9 - Biomecânica ocupacional

Para IIDA (2014), a biomecânica é o estudo dos movimentos humanos do ponto de vista da mecânica, incluindo causas e consequências. Uma parte do conhecimento da ergonomia aplicada ao trabalho que se origina no estudo da “máquina humana”. Os ossos, os músculos, ligamentos e tendões são os elementos dessa máquina que possibilitam realizar movimentos. DUL e WEERDMEESTER (2012) relatam que análise da biomecânica ajuda a estimar todos os esforços realizados por músculos e articulações com o corpo em diferentes posturas e movimentos. A análise das propriedades biomecânicas são as posturas dinâmicas, a mobilidade articular e a força muscular. São métodos utilizados para determinar os limites e as capacidades humanas para a realização de tarefas sem o risco de lesões.

Portanto, o risco é um fator que interfere nas características do operador, causando desconforto ou afetando sua saúde por ritmo exagerado de tarefa, repetitividade, postura inadequada e levantamento de peso. Daí a importância de analisar a situação da tarefa e avaliar quanto risco de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) /Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). A biomecânica ocupacional é uma parte da biomecânica geral, que estuda a questão das posturas de trabalho, manipulação de objetos, movimentos repetitivos corporais e forças relacionadas ao trabalho. É definida, segundo COUTO (2002), como “o estudo da interação física do trabalhador com suas ferramentas, máquinas e materiais, a fim de aumentar a sua performance enquanto minimiza os riscos de distúrbios musculoesqueléticos”.

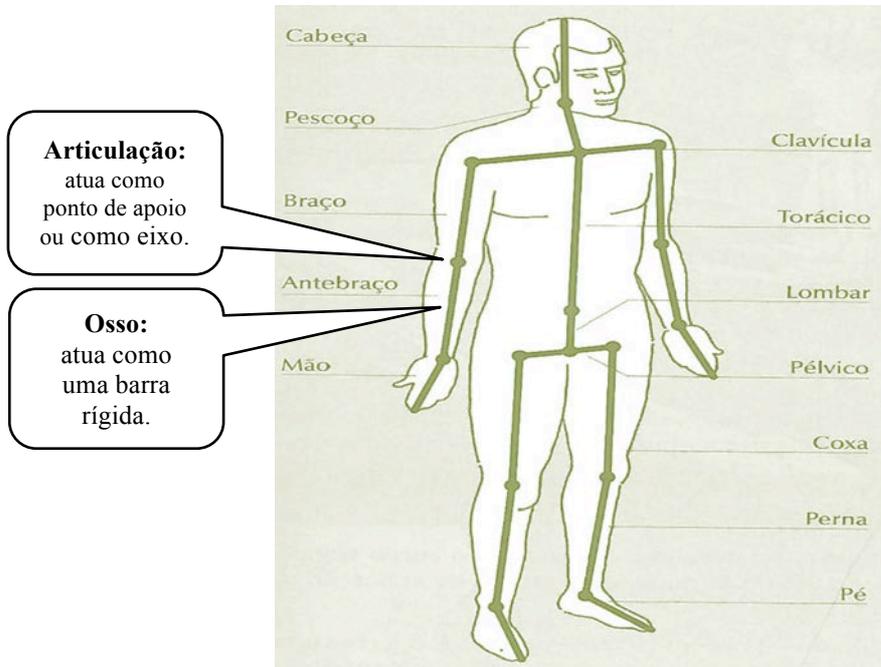
Deste modo, especificamente analisa a interação entre homem-máquina-ambiente, conforme tratada neste estudo. Utilizou as leis físicas da mecânica para estimar as tensões que ocorrem nos músculos e articulações durante uma postura ou um movimento. A análise foi realizada com finalidade de minimizar ou solucionar problemas causados pela má postura ou aplicação excessiva de forças, evitando desperdício energético para alcance de maior eficiência, determinando a força máxima suportável entre outros.

3.3.10 - Características da biomecânica do ser humano

O ser humano tem pouca capacidade de desenvolver força física no trabalho. O sistema osteomuscular possibilita desenvolver movimento de grande velocidade e intensidade, porém com pequenas resistências. Segundo ALVES *et al.* (2001), todas as vezes que colocamos interagindo um segmento rígido, girando sobre um ponto de apoio, submetido à ação de uma força ou potência que age contra uma resistência ou peso, temos uma *alavanca*.

Segundo KROEMER (1999), a estrutura biomecânica do corpo humano (Figura 3.4), pode ser vista como um conjunto de alavancas, considerado como uma unidade mecânica em que os ossos atuam como uma barra sólida na qual será aplicada forças, as articulações servirão de eixo, sede do movimento e os músculos agirão como potência na produção do movimento. Partindo deste ponto de vista, podemos fazer raciocínio semelhante para interpretar as funções do sistema osteomuscular do ser humano: o segmento rígido é o osso, o ponto de apoio é a articulação, a potência é exercida pelos

músculos e a resistência é o peso de segmento corpóreo, ou mesmo um peso que esteja sendo levantado.



3.4 - Modelo biomecânico do corpo humano.
Fonte: KROEMER (1999).

Em mecânica, existem três tipos de *alavanca* (conforme mostrado nas Figuras 3.5, 3.6 e 3.7), que segundo KROEMER (1999), de maneira análoga existentes no corpo humano, que dependem das posições relativas de aplicação da força, resistência e apoio:

Alavanca de 1º grau ou interfixa (Figura 3.5): Um modelo típico é o tríceps, neste tipo de alavanca o ponto de apoio se encontra entre a potência e a resistência, é o mais adequado para transmitir grande velocidade com pouca força.

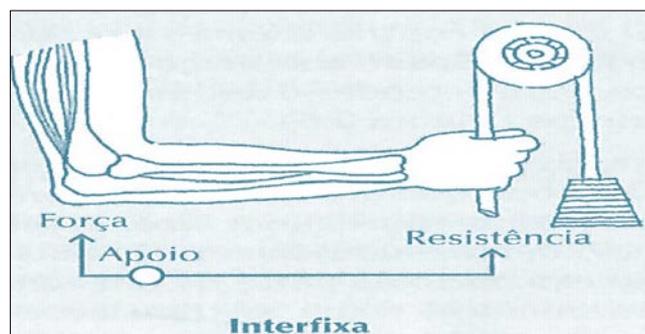


Figura 3.5 - Alavanca de 1º grau ou interfixa.
Fonte: IIDA (2014).

O ser humano possui alavancas interfixas, principalmente nas áreas relacionadas ao equilíbrio do corpo como: pescoço, coluna vertebral e joelhos. Equilíbrio: o apoio fica entre a resistência e a potencia. Esta é a alavanca da postura.

Alavanca de 2º grau ou inter-resistente (Figura 3.6): Neste tipo, a força se encontra entre o ponto de apoio e a resistência, é caso do tríceps. São alavancas de força e, este tipo é comum nos segmentos do nosso corpo. Os músculos inserem-se próximos à articulação e promovem a realização de movimentos rápidos e amplos, embora com sacrifício da força.

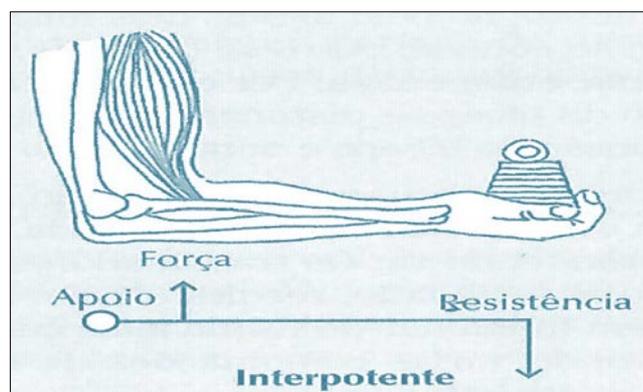


Figura 3.6 - Alavanca de 2º grau ou inter-resistente.
Fonte: IIDA (2014).

Alavanca de 3º grau ou interpotente (Figura 3.7): Sua característica básica é que a resistência situa-se entre o ponto de apoio e a força. É o caso dos músculos da face posterior da perna, que se unem ao calcânar e permitem suspender o corpo na ponta dos pés. Este tipo de avalanche sacrifica a velocidade para ganhar força.

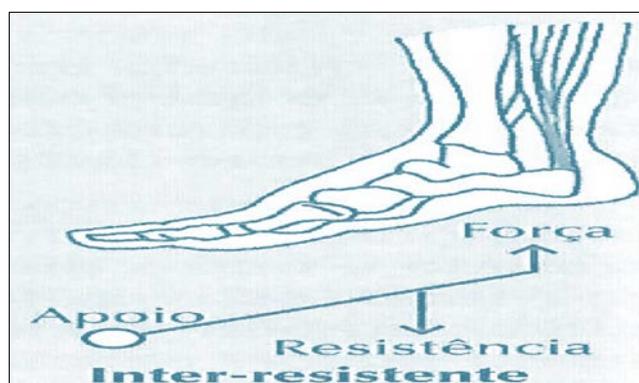


Figura 3.7 - Alavanca de 3º grau ou interpotente.
Fonte: IIDA (2014).

Estas são os tipos de alavancas que predominante no nosso sistema osteomuscular. O ser humano é adaptado a fazer contrações musculares dinâmicas, mas tem pouca adaptação para fazer contrações musculares estáticas nas quais ocorrer dores musculares intensas e fadiga precoce, devido ao acúmulo do ácido láctico e outros metabólitos. As situações de fadiga por esforço muscular estático são aliviadas pelo relaxamento do músculo, durante o qual ocorre o fluxo do sangue e remoção das substâncias tóxicas produzidas durante o esforço.

3.3.11 - Biomecânica básica da coluna vertebral do ser humano

O corpo humano, se nada de errado acontecer, todos os seus órgãos e sistemas funcionam e interagem entre si com perfeição. Algumas estruturas, no entanto surpreendem por sua engenhosidade, e uma delas é a coluna vertebral. A coluna vertebral é a viga mestra em balanço do esqueleto. O conhecimento sobre a biomecânica é importante para a compreensão do desenvolvimento e para o tratamento das deformidades vertebrais.

A coluna vertebral tem quatro funções: eixo de sustentação do corpo; estrutura de mobilidade entre a parte superior e a parte inferior do corpo; amortecimento de cargas e a proteção à medula espinhal. O corpo humano é tradicionalmente dividido em cabeça, tronco e membros; unindo a porção superior e a porção inferior do corpo, temos o tronco, e no tronco, a única estrutura óssea existente é a coluna vertebral, que dá a característica ereta ao ser humano; sem a coluna o ser humano não seria ereto.

Portanto, a coluna vertebral funciona como uma estrutura que permite ao ser humano ter ao mesmo tempo uma estrutura fixa para sustentação do corpo e uma estrutura móvel que o possibilita mover a parte superior do corpo. A coluna tem curvaturas e estas curvaturas garantem um equilíbrio relativamente fácil do ser humano na posição de pé, parado.

A coluna é dividida em vértebras cervicais, torácicas, lombares e osso sacro conforme mostra Figura 3.8. Tendo, regiões cervical e lombar, de alta mobilidade; região torácica, de pouca mobilidade e osso sacro, imóvel. De acordo com IIDA (2014), cada vértebra sustenta o peso de todas as partes do corpo situadas acima dela, por isso as vértebras inferiores são maiores para sustentar maiores pesos. O equilíbrio da coluna

se dá pela por as três curvaturas: a lordose (concavidade) cervical, cifose (convexidade) torácica e a lordose lombar mostrada Figura 3.8. A mobilidade dos diversos segmentos da coluna está na *coluna cervical*, com habilidade para torção, flexão e extensão; *coluna torácica*, com habilidade para torção e *coluna lombar*, com habilidade somente para flexão e extensão.

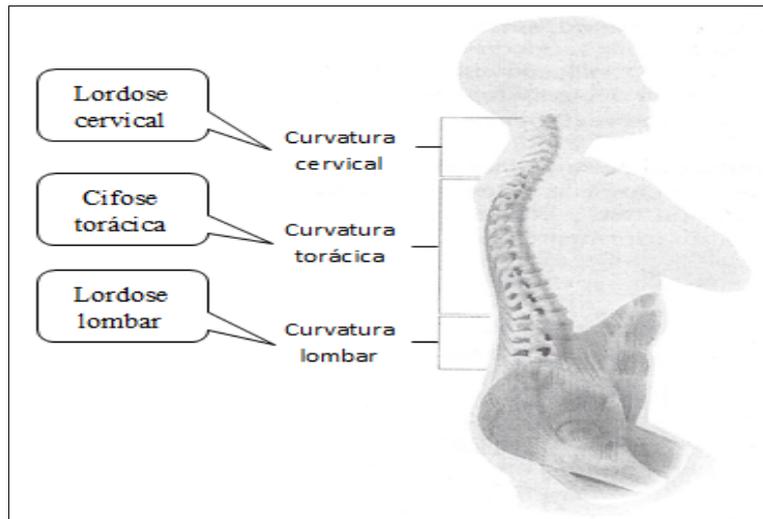


Figura 3.8 - Classificação das vértebras da coluna.
Fonte: A própria autora e CARENZI (2010).

A coluna é uma das estruturas mais fracas do organismo, se assemelha a um jogo de armar, que fica na posição vertical, sustentado por diversos músculos conforme mostra Figura 3.8, que são responsáveis pelos movimentos. Segundo CARENZI (2010), a anatomia dos músculos para vertebras, mostra que eles estão bem habilitados a desenvolver o esforço de tracionar o tronco da posição horizontal para a vertical, desde que contra pequena resistência. A coluna apresenta maior resistência para forças na direção axial (Figura 3.9), sendo mais vulnerável para forças de cisalhamento (perpendicular ao eixo).

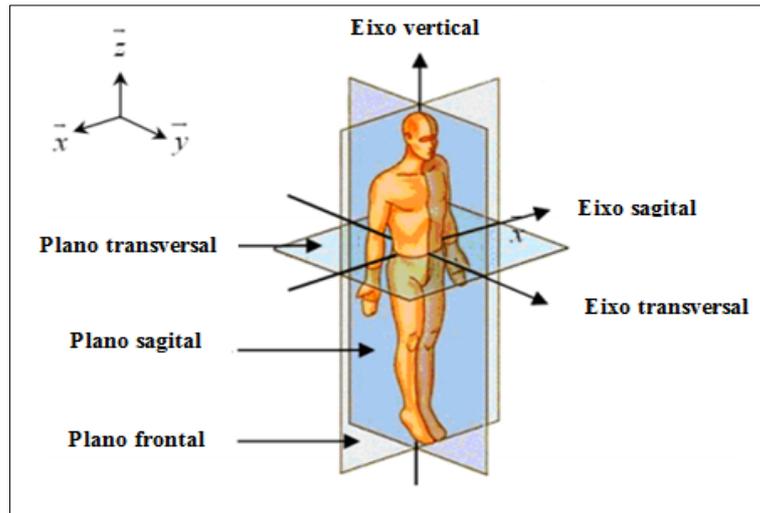


Figura 3.9 - Eixos e planos associados à posição de referência anatômica.
 Fonte: CARENZI (2010).

Portanto, a coluna lombar sendo uma peça muito delicada está sujeita as diversas deformações que podem ser adquiridas por diversas causas. As lombalgias e dorsalgias se constituem nas consequências básicas das condições anti-ergonômicas. CARENZI (2010) assinala alguns fatores de esforços excessivos causadores de lombalgias e situações biomecanicamente incorretas:

Esforços excessivos causadores de lombalgias

- Manuseio, levantamento e carregamento de cargas excessivamente pesadas;
- Manuseio de cargas, embora não sejam tão pesadas, estão em posição biomecanicamente desfavorável;
- Manutenção de posturas incorretas durante boa parte do tempo (inclusive sentada);
- Efeito direto da vibração de todo o corpo sobre o trabalhador (por exemplo, trabalhar com trator).

Situações biomecanicamente incorretas

- Trabalhar com o corpo fora do eixo vertical natural;
- Sustentar cargas pesadas com os membros superiores;
- Trabalhar rotineiramente equilibrando o corpo sobre um dos pés, enquanto o outro aperta um pedal ou pegar um objeto;

- Trabalhar com os braços acima do nível dos ombros;
- Trabalhar com os braços abduzidos de forma sustentada (posição de ‘asas abertas’);
- Realizar esforço de manuseiar, levantar ou transportar cargas pesadas;
- Manter esforços estáticos de pequena intensidade, porém durante um grande período de tempo;
- Trabalhar sentado, porém sem utilizar o apoio para o dorso, sustentando o tronco através de esforço estático dos músculos das costas;
- Trabalhar sem apoio para os antebraços, e tendo que sustentá-los pela ação dos músculos dos braços;
- Trabalhar de pé, parado.

3.3.12 - Postura

A análise da biomecânica ajuda a estimar todos os esforços realizados por músculos e articulações com o corpo em diferentes posturas e movimentos. Um fator importante dentro do contexto de ergonomia nas empresas refere-se a estudar a postura e movimentos dos trabalhadores nos postos de trabalho, onde se estuda o posicionamento de partes do corpo, como cabeça, tronco e membros, bem como o movimento do corpo todo, exercendo força. O trabalhador é submetido a determinadas situações posturais e movimentos inadequado em sua jornada de trabalho, somada a outras variáveis, após certo tempo, deixa de ser produtivo, diminuindo o rendimento do trabalhador.

Esta situação, de acordo com LEÃO (2000), pode provocar desde enxaqueca, lombalgia, hipercifose e tendinite e outras. Assim, as rotinas posturas e movimentos inadequados são responsáveis pelo surgimento de problemas como LER/DORT. Partindo deste conceito, é importante para os trabalhadores que atuam durante horas em posição sentada ou pé, que adotem hábitos posturais e movimentos corretos e adequados durante a atividade desenvolvida para a prevenção desses males.

No posto de trabalho do estudo, uma mesma pessoa adota posturas diferentes praticando ações diferentes. As posturas assumidas são posição sentada/em pé alternada, também em outra utilização de parte do corpo como as mãos e braço.

No manual de ergonomia - NR17 estabelece os parâmetros da ergonomia que permitem a adaptação das condições de trabalho às características dos trabalhadores em suas atividades diárias, visando proporcionar o máximo de conforto e segurança para um desempenho eficiente dos trabalhadores em suas jornadas de trabalho, incluindo aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de matérias, ao mobiliário, aos equipamentos e condições ambientais do posto de trabalho, além da organização das atividades. As ações implementadas para eficácia da ergonomia foram baseadas nesta norma.

Postura sentada/em pé

A produtividade do homem não está “somente relacionada com os recursos técnicos oferecidos para a realização de um determinado trabalho, mas também com a flexibilidade de postura que os postos de trabalho oferecem aos trabalhadores” e, a boa postura é um item importante para a realização da atividade sem desconforto e estresse (ABRANTES, 2004).

A postura é a organização dos segmentos corporais no espaço, segundo FILHO (2010), a atividade postural se expressa na imobilização de partes do esqueleto em posições determinadas, solidárias umas às outras, submete-se às características anatômicas e fisiológicas do corpo humano, ligando-se às limitações do equilíbrio e obedecendo às leis da Física e da Biomecânica.

A posição alternada senta/em pé, preserva-se a movimentação periódica do corpo, evitando a fadiga da posição de pé e evitam-se também dores no dorso e na região lombar, tão frequente na posição sentada. A postura sentada apresenta vantagem sobre a postura ereta. O corpo fica mais bem apoiado em superfícies do assento, encosto braços ou mesa, mas se a realização de trabalho for por muito tempo, seja em área produtiva ou não, interfere na circulação dos vasos sanguíneos da parte da coxa, ocasionando na diminuição do fluxo de sangue, podendo acarretar em problemas circulatórios. É menos cansativa que a de pé (CHAFFIN, 2010).

Para o autor a posição alternada é indicada principalmente quando:

- Ocasionalmente há necessidade de se atingir locais mais de 40 cm do corpo e / ou quando ocasionalmente se movimenta algum componente, peça ou ferramenta e altura maior que 15 cm do plano de trabalho;

- Tarefas diversas devem ser feitas, sendo que algumas são feitas de forma melhor na posição sentada, e outras na posição de pé.

Em função do processo de embalagem de canetas, as atividades são em posição alternada sentada/ em pé/ andando, isso facilitou o desenvolvimento do trabalho ergonômico. DUL e WEERDMEESTER (2012), falam que embora a posição sentada seja melhor que a em pé, deve-se evitar principalmente em longo período, recomenda intercalar atividade em posição sentada/em pé para evitar fadiga nas costas e pernas. Acrescenta, existem atividades manuais, que são executadas na posição sentada, que exigem um acompanhamento visual, significa que o tronco e a cabeça ficam inclinados para frente, e o pescoço e a costa ficam submetidos a longas tensões, que podem provocar dores. O dorso pode ser submetido também a tensões, principalmente quando for necessário girar o corpo. As tarefas manuais geralmente são feitas com os braços suspensos, sem apoio, que por consequência provoca dores nos ombros.

Deste modo, é fundamental que os trabalhadores executem suas tarefas com uma correta postura, de modo a evitar que a musculatura do corpo sofram grandes consequências causadas pelo estresse e pela tensão no trabalho.

Postura das mãos e braços

O trabalho por longo período, usando as mãos e os braços em posturas inadequadas, pode produzir dores nos punhos, cotovelos e ombros. Quando o punho fica muito tempo inclinado, pode haver inflamação dos nervos, resultando em dores e sensações de formigamento nos dedos. Dores no pescoço e nos ombros podem ocorrer quando se trabalha muito tempo com os braços levantados, sem apoio. Esses problemas ocorrem principalmente com o uso de ferramenta ou objeto. As dores se agravam quando há aplicação de forças ou se realizam movimentos repetitivos com as mãos. Em casos mais graves podem surgir lesões por traumas repetitivos, conhecidas como LER, também chamada de DORT (DUL e WEERDMEESTER, 2012).

A DORT refere-se à sigla para “Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho” e segundo a COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL (2011) foi introduzida para substituir a sigla LER, devido a duas razões:

- a) Devido a maioria dos trabalhadores com sintomas no sistema musculoesquelético não apresentar evidência de lesão em nenhuma estrutura;

- b) Além do esforço repetitivo (sobrecarga dinâmica), outros tipos de sobrecargas no trabalho podem ser lesivos para o trabalhador, tais como:
- Sobrecarga estática (uso de contração muscular por tempos prolongados para manutenção de postura);
 - Excesso de força aplicada para execução de tarefas;
 - Uso de equipamentos que transmitam vibração excessiva;
 - Trabalhos realizados com posturas inadequadas.

Ainda destaca que o Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao trabalho (DORT), por definição são lesões musculares e/ ou de tendões e/ou de fâscias nos membros superiores, ocasionados pela utilização biomecanicamente incorreta dos mesmos, que resultam em dor, fadiga, queda da performance no trabalho, incapacidade temporária, e conforme o caso podem evoluir para uma síndrome dolorosa crônica, nesta fase agravada por todos os fatores psíquicos capazes de reduzir o limiar de sensibilidade dolorosa do indivíduo. De uma forma geral ambos são danos decorrentes do emprego excessivo, de movimentos e esforços impostos ao sistema musculoesquelético, sem a devida falta de tempo para recuperação. Apresentam como característica a ocorrência de vários sintomas, concomitantes ou não, sendo que o seu aparecimento pode ocorrer sem apresentar sintomas específicos, ocorrendo principalmente nos membros superiores.

A lesão muscular acontece ao contrair os músculos, segundo COUTO *et al.* (2007), eles usam a energia química a partir da glicose e liberar em troca de outros produtos, incluindo ácido láctico, que são removidos pelo sangue. Contração muscular prolongada faz com que o fluxo sanguíneo seja lento. Como resultado, as substâncias produzidas pelos músculos não são removidos rapidamente e se acumulam. Esta acumulação irrita os músculos e causa dor. A importância da dor depende do comprimento de contrações musculares e intervalo de descanso entre as atividades durante o qual os músculos podem se livrar dessas substâncias irritantes.

O autor comenta que a lesão no tendão, é composta por muitos feixes de fibras de músculos que se ligam ao osso. Existem duas grandes categorias de lesões do tendão relacionadas às atividades de trabalho repetitivo ou frequentes e posturas anormais. No primeiro caso, são fornecidas com uma bainha de tendão (Figura 3.10), encontrado principalmente na mão e do pulso, que são alcançados, e no segundo, tendões sem

bainha (Figura 3.11) conforme os da região do ombro, do cotovelo e do antebraço. Os tendões da mão estão dentro de um invólucro dentro do qual eles deslizam.

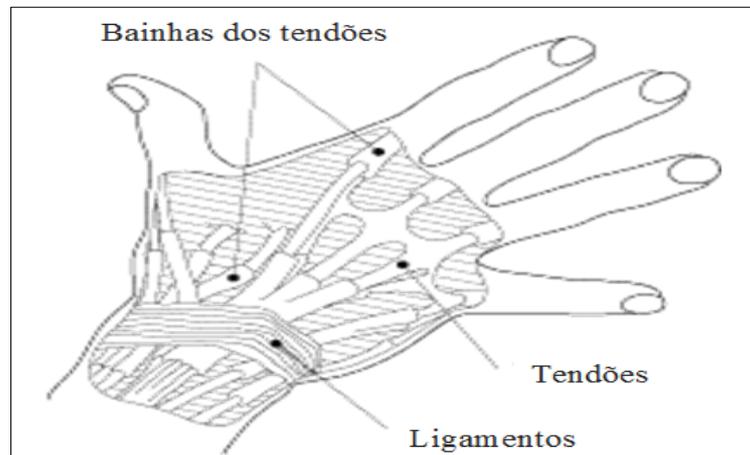


Figura 3.10 - Tendões dos dedos e suas bainhas.
Fonte: COUTO *et al.* (2007).

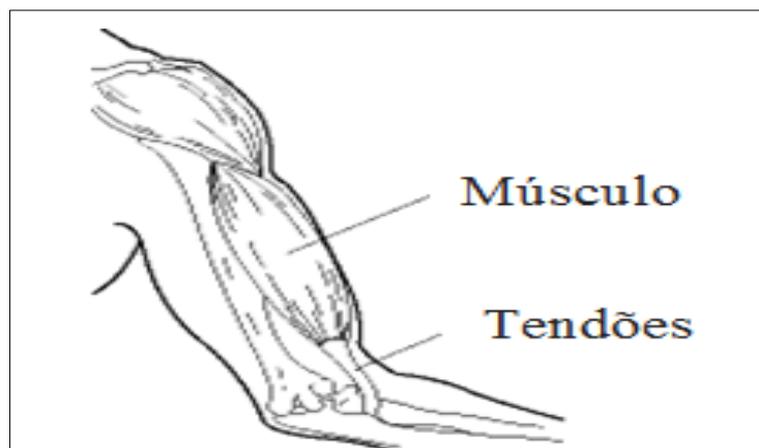


Figura 3.11 - Tendão, músculo e estrutura óssea.
Fonte: COUTO *et al.* (2007).

A parede interna da bainha esta contém células que produzem um fluido de deslizamento (fluido sinovial), que lubrifica o tendão. Quando a mão está movimentos repetitivos ou excessivos, os tendões do sistema de lubrificação podem falhar, ou porque ele não produz bastante líquido ou porque as propriedades de lubrificação do último são insuficientes. Falta de lubrificação provoca atrito contra a bainha do tendão, causando inflamação e inchaço do tendão. Quando a inflamação é repetida, a teia fibrosa é formada, o que resulta num espessamento da bainha e impedindo que o tendão a mover-se livremente. Tenossinovite é chamado à inflamação a bainha tendinosa.

Assim, os LER/DORT são decorrentes da interação inadequada dos fatores citados. No estudo de caso, apresentam como característica a ocorrência de várias queixas (citada no capítulo 5), mas nada a este nível de problemas citado pelo autor, são apenas desconforto e cansaços. Daí a importância da prática do trabalho ergonômico, assim evita problemas futuros mais graves.

DUL e WEERDMEESTER (2012) resume as principais causas das LER/DORT são os fatores biomecânicos e também as organizacionais do trabalho, que podem ser caracterizados em quatro grupos: força; posturas incorretas dos membros superiores; repetitividade; vibrações e compressão mecânica. Já os fatores organizacionais são: pressão no trabalho, horas extras, número de funcionários insuficiente, entre outros fatores.

As posturas incorretas ocasionam desde o impacto de estruturas duras contra estruturas moles (como ombro), fadiga por contração muscular estática (como pescoço) e até mesmo compressão de nervos (punho). COUTO *et al.* (2007), assinala 9 posturas críticas dos membros superiores:

- Pescoço excessivamente estendido;
- Pescoço excessivamente fletido;
- Braços abduzidos;
- Braços elevados acima do nível dos ombros;
- Membros superiores suspensos por muito tempo;
- Sustentação estática dos antebraços pelos braços;
- Flexão exagerada do punho;
- Extensão exagerada do punho;
- Desvio lateral da mão.

O autor relata, que para entender melhor o complexo estrutural que chamamos de máquina humana, é preciso primeiramente entender seus limites. Observando através destas limitações. A perfeita observação dos movimentos numa determinada tarefa, representa o primeiro passo para a reformulação de um posto de trabalho. A

movimentação das mãos e braços deve ser visto com muita atenção, e se possível com a utilização do recurso de câmera lenta.

Do mesmo modo, observou-se a postura das mãos e braços dos funcionários executando as atividades. O recurso de câmera lenta é muito útil neste caso em função da rapidez e dos movimentos quase imperceptíveis a olho nu. Para avaliar o índice de sobrecarga aos membros superior utilizou-se o método de CRITÉRIO MOORE E GARG (1995), que será explicada posteriormente.

3.3.13 - Movimentos

Na indústria, existem vários de tipos de tarefas que exigem movimentos do corpo, principalmente no processo de produção, os funcionários exercem força. Esses movimentos podem causar tensões mecânicas localizadas, com o tempo e podem causar dores. COUTO *et al.* (2007), falam que os movimentos podem exigir muita energia, provocando sobrecarga nos músculos, coração e pulmões, o sistema osteomuscular permite desenvolver movimento de grande velocidade e intensidade, mas com pequenas resistências, principalmente em caso de levantamento manual de cargas.

O autor comenta que os males atribuídos ao levantamento manual de cargas para atividades contínuas são uma das preocupações, fala também que os principais aspectos que devem ser analisados são; o processo produtivo (manual); a organização do trabalho (frequência dos levantamentos); o posto de trabalho (posição do peso em relação ao corpo); o tipo de carga (formar, pego, pegas); acessórios de levantamento; e o método de trabalho (individual). GUÉRIN *et al.* (2001), comentam que no levantamento de cargas, assim como em outras atividades físicas, é importante que o ritmo de trabalho seja determinado pelo próprio trabalhador. Cada trabalhador tem um ritmo próprio de trabalho, em que ele se sente bem. Assim, devem-se evitar situações em que esse ritmo seja imposto pela máquina, pelos colegas ou pelos superiores, cortando a sua produtividade.

No estudo, a tarefa de levantar peso não foi estimada tempo, até mesmo porque depende da máquina de montagem de caneta, na implementação de melhoria foi determinado um tempo padrão de velocidade da máquina, de forma a favorecer o conforto do trabalhador. DUL e WEERDMEESTER (2012) comenta algumas condições

favoráveis para o levantamento de cargas, se o levantamento manual de cargas (até 23 Kg) que não se pode evitar, é necessário criar condições favoráveis para a tarefa:

- É necessário manter a carga próxima do corpo (distância da projeção horizontal entre a mão e o tornozelo com acerca de 25 cm);
- A carga deve estar colocada sobre uma bancada de 75 cm de altura, aproximadamente, antes de começar o levantamento;
- O deslocamento vertical da carga não deve exceder 25 cm;
- Deve ser possível segurar a carga com as duas mãos;
- A carga deve ser provida de alças ou furos laterais para encaixe dos dedos;
- Deve possibilitar a escolha da postura para o levantamento;
- O tronco não deve ficar torcido durante o levantamento;
- A frequência dos levantamentos não deve ser superior a um por minutos;
- A duração do levantamento não deve ser maior que uma hora, e deve ser seguida de um período de descanso (ou tarefas mais leve) de 120% da duração da tarefa de levantamento.

Para uma avaliação completa de levantamento de cargas. Adotou-se a Equação de NIOSH (1994), que serão explicados mais adiante.

3.4 - Ferramenta de critério de Moore e Garg

Para avaliação de situação de trabalho e classificação quanto ao risco de LER/DORT utilizamos a ferramenta quantitativa de Critério de Moore & Garg, que nos dará de forma prática, um dimensionamento desta situação. A ferramenta de critério quantitativo de MOORE E GARG (1995) foi desenvolvida no EUA por Moore, J. S e Garg, A., com objetivo de avaliar o risco de lesões em punhos e mãos, um método de análise de risco de desenvolvimento de disfunções músculo tendinosas em membros superiores.

O método Moore e Garg, através da multiplicação de seis fatores, consegue dimensionar um índice de sobrecarga para os membros superiores. Este critério é conseguido através da formulação Figura 3.12, fatores que serão explicados Tabela 3.2.

FIE x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT

Figura 3.12 - Índice de sobrecarga para membros superiores.
Fonte: MOORE e GARG (1995).

Sendo:

- FIE: fator intensidade do esforço;
- FDE: fator duração do esforço;
- FFE: fator de frequência do esforço;
- FPMP: fator de postura da mão e punho;
- FRT: fator do ritmo do trabalho;
- FDT: fator de duração do trabalho.

Tabela 3.2 – Critério de Moore e Garg.

	Classificação	Caracterização	Multiplicador
FIE	Leve.	Tranquilo.	1,0
	Algo pesado.	Percebe-se algum esforço.	3,0
	Pesado.	Esforço nitido, sem mudança de expressão facial.	6,0
	Muito pesado.	Esforço nitido, muda à expressão facial.	9,0
	Próximo do máximo.	Usa tronco e ombros.	13,0
FDE	< 10 % do ciclo.		0,5
	10 – 29 % do ciclo.		1,0
	30 – 49 % do ciclo.		1,5
	50 – 79 % do ciclo.		2,0
	> que 80 % do ciclo.		3,0
FFE	< 4 por minuto.		0,5
	4 – 8 por minuto.		1,0
	9 – 14 por minuto.		1,5
	15 – 19 por minuto.		2,0
	+ que 20 por minuto.		3,0
FRT	Muito lento.	≤ 80 %	1,0
	Lento.	81 – 90 %	1,0
	Razoável.	91 – 100 %	1,0
	Rápido.	101 – 115 % (apertado, mas ainda consegue acompanhar).	1,5
	Muito rápido.	> 115 % (apertado e não consegue acompanhar)	2,0
FDT	≤ 1 h por dia.		0,25
	1 – 2 h por dia.		0,50
	2 – 4 h por dia.		0,75
	4 – 8 h por dia.		1,0
	> 8 h por dia.		1,5
CRITÉRIO DE INTERPRETAÇÃO			
	< 3,0	=	Baixo risco
	3,0 a 7,0	=	Duvidoso
	> 7,0	=	Alto risco
Obs.: Quanto maior que 7,0, maior o risco.			

Fonte: Baseada em MOORE e GARG (1995).

Definidos todos os fatores da equação, procede-se ao cálculo, que é a multiplicação dos seis fatores. Resultado da multiplicação julga-se com o critério de interpretação (citado na Tabela 3.2). Assim, a ferramenta avalia a situação da tarefa e

classifica quanto ao risco de LER/DORT, que, de acordo com critério de interpretação, quanto mais se distanciar do valor de sete, maior o risco.

3.5 – Ferramenta de NIOSH

Para uma avaliação completa de levantamento de cargas adotou-se os métodos de National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), uma técnica que tem como objetivo a divulgação da equação do NIOSH. De acordo com Vieira (2014) a equação foi desenvolvida pelo comitê NIOSH, nos Estados Unidos, inicialmente em 1981, para avaliar a manipulação de carga no trabalho. Em 1991 a equação foi revisada e novos fatores foram introduzidos (a manipulação assimétrica de cargas, a duração da tarefa, a frequência do levantamento e a qualidade da pega). Em 1994, a revisão da equação completa a descrição do método e as limitações de sua aplicação, o que possibilita a análise de tarefa de levantamento com as duas mãos.

Utilizou a técnica da equação NIOSH (1994) para analisar a tarefa de levantar a caixa com canetas embalada, utilizando as duas mãos, a equação de NIOSH (1994) calcula o peso máximo recomendável na manipulação manual de carga, assim, redesenha o posto de trabalho e evita o risco de sofrer de lombalgia, devido a essa manipulação. Payman e Jandecy (2014), em seu artigo comenta que a coluna é a parte do corpo mais lesionada. Esta lesão aparece por resultado de esforço repetitivo; fatores como empurrar ou puxar cargas; posturas inadequadas, forças e vibrações em todo o corpo; postura estática prolongado período de trabalho sentado e traumas diretos sobre as costas.

O grupo NIOSH, estabeleceu dois indicadores como parâmetros para avaliação das chances de ocorrer uma lesão de coluna no trabalhador: o limite de peso recomendado (LPR), em inglês (RWL) e o índice de levantamento (IL), em inglês (LI):

De acordo com última revisão, a equação NIOSH (1994) Figura 3.13, determina o limite de peso recomendado (RWL), a partir do quociente de sete fatores, que cuja a equação de cálculo é expressa Figura 3.14, que será esclarecida Tabela 3.3.

$$\text{RWL} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM}$$

Figura 3.13 - Equação de NIOSH.

Fonte: VIEIRA (2014).

$$RWL = 23 \times (25/H) \times (1 - 0,003/ [V - 75]) \times (0,82 + 4,5 /D) \times (1 - 0,0032 \times A) \times F \times C$$

Figura 3.14 - Fórmula de calculo da Equação de NIOSH.
Fonte: IIDA (2014).

Antes de começar a definir os fatores da equação, é importante saber a localização padrão de levantamento, como referência segue uma representação gráfica Figura 3.15, com detalhamento Tabela 3.3. De acordo VIEIRA (2014), a localização padrão de levantamento é referência no espaço tridimensional para avaliar a postura de levantamento, a distância vertical da pega da carga ao solo de 75 cm e a distância horizontal da pega ao ponto médio entre os tornozelos é de 25 cm. Assim, qualquer desvio em relação a esta referência implica um afastamento das condições ideais de levantamento.

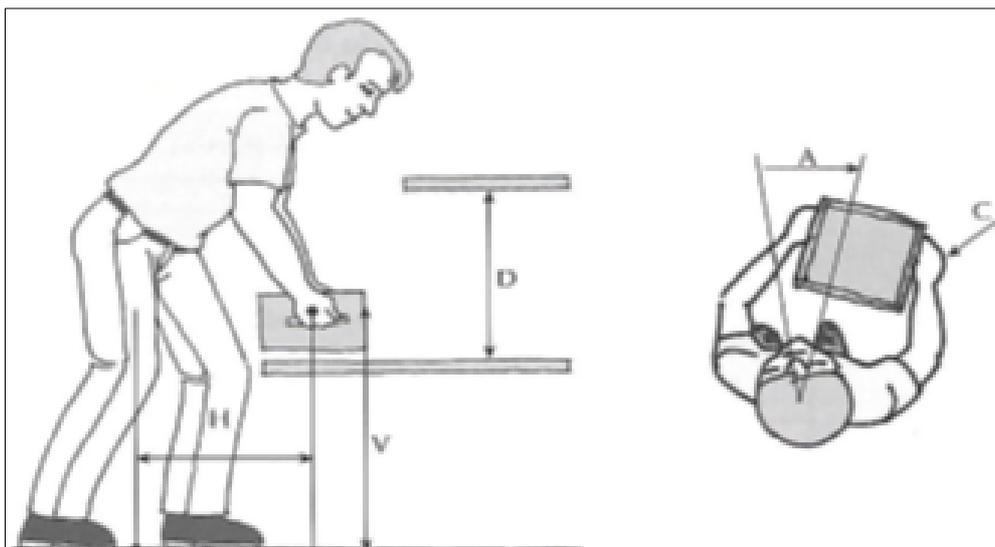


Figura 3.15 - Localização de fatores de carga.
Fonte: IIDA (2014).

Tabela 3.3 – Parâmetros de levantamento de carga.

COEFICIENTE DA EQUAÇÃO	DETALHAMENTO	
LC (23 kg)	LC: constante de carga. É o valor da constante fixado em 23 kg, peso máximo recomendado para um levantamento que a localização-padrão esteja em condições ótimas, ou seja, considerando em posição sem torções do dorso nem posturas assimétricas, fazendo um levantamento ocasional, com uma boa pega da carga e levantando a carga a menos de 25 cm.	
HM (25/H)	HM: fator de distância horizontal. H é a distância entre ponto médio dos tornozelos e o ponto médio da pega das mãos (centro da carga), em centímetros, conforme mostra (figura 3.15). O estresse por compressão (axial) que aparece na zona lombar está diretamente relacionado a esta distância horizontal. Se H é menor que 25 cm, então o multiplicador HM é igual a 1,0. HM decresce com o aumento do valor de H. Se H é maior que 63 cm, então HM = 0.	
VM (1 - 0,003 [V - 75])	VM: fator de altura. V é a distância entre o ponto de pega (mãos) e o piso em cm. É medido verticalmente do piso ao ponto médio de agarre das mãos, conforme mostra (figura 3.15). São penalizados os levantamentos nos quais as cargas devem ser apanhadas em posições muito baixa ou muito elevada. O comitê do NIOSH estabeleceu em 22% a diminuição do peso em relação à constante de carga para o levantamento até o nível dos ombros e para o levantamento a partir do solo. Este fator valerá 1 quando a carga estiver situada a 75 cm do solo e diminuirá à medida que nos distanciemos desse valor. Se V > 175 cm, tomaremos VM = 0.	
DM (0,82 + 4,5/D)	DM: fator de deslocamento vertical. D é a distância vertical da origem e o destino da tarefa conforme mostra (figura 3.15). Quando D < 25 cm, manteremos DM = 1, valor que irá diminuindo à medida que aumentar a distância de deslocamento, valor máximo aceitável é 175 cm.	
AM (1 - (0,0032 x A))	AM: fator de assimetria. A, é ângulo de giro que inicia o movimento e termina fora do plano sagital médio do trabalhador (figura 3.15), que deve ser evitado. O valor máximo de AM é 1,0, quando a carga é manuseada diretamente a frente do corpo. O valor de AM decresce linearmente com o aumento do ângulo de assimetria (A). Para A = 135°, AM = 0,57. Se A é maior que 135°, então AM = 0, a carga é 0.	
FM (Tabela 3.4)	FM: fator de frequência. F é definido pelo número de levantamento por minutos (frequência), duração da tarefa de levantamento e distância vertical do objeto para o piso. FM é obtido pela tabela 3.4. Para tarefas com frequência menor que 0,2 por minutos, consideramos 0,2 tarefas/minutos. Para tarefas não frequentes (F < 0,1 tarefas/minuto), mas com tempo suficiente de recuperação, deve-se utilizar a categoria curta duração (1 hora).	
CM (Tabela 3.5)	CM: fator de pega. C é obtido segundo a facilidade de da pega e altura vertical de manipulação da carga (ver tabela 3.5).	
CRITÉRIO DE INTERPRETAÇÃO DE LI		
< 1	=	Baixo risco
1 a 2	=	Risco moderado
> 2	=	Alto risco

Fonte: baseada em NIOSH (1994).

Tabela 3.4 - Multiplicador de frequência de levantamento.

Frequência elevação/ minuto	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	1	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	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0

Tabela 3.4 - Continuação.

Frequência elevação/ minuto	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
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
>15	0	0	0	0	0	0

Obs.: Os valores de V estão em cm. A frequência do levantamento se refere à média de tarefa realizada por minutos, medidas num período maior que 15 minutos. Para frequências inferiores a 5 minutos, utilizar F= 0,2.

Fonte: VIEIRA (2014).

Tabela 3.5 - Fator de pega.

FATOR QUALIDADE DA PEGA		
Boa	Razoável	Pobre
1. Recipiente com desenho ótimo e com local para pega.	1. Recipiente de desenho ótimo, mas razoável local para pega.	1. Recipiente com desenho desfavorável e volumoso, difícil de manusear ou com quinas vivas.
2. Objeto que não está em recipiente. A pega é definida quando cada mão envolver o objeto sem provocar desvio do punho e sem força excessiva.	2. Recipiente com desenho ótimo, mas sem local para a pega. A pega é definida quando cada palma da mão pode ser flexionada em torno de 90°.	2. Manuseando objeto não rígido, pelo meio do mesmo.

Obs.: Recipiente com desenho ótimo: cuja longitude frontal não supera os 40 cm, sua altura não é superior a 30 cm e é macio e não escorregadio ao tato.

FATOR MULTIPLICADOR DA PEGA (CM)		
Tipo de pega	Fator de pega (CM)	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Fonte: Baseada em VIEIRA (2014).

Uma vez encontrado o valor do limite de peso recomendado (RWL), procura-se calcular o índice de levantamento (LI).

O índice de levantamento (LI), termo que fornece à estimativa do nível de estresse físico associado com a tarefa manual de levantamento de cargas, através do quociente de peso da carga levantada e o limite de peso recomendado, formulação de cálculo Figura 3.16.

$$\text{Índice de levantamento (LI)} = \frac{\text{Peso real do objeto (L)}}{\text{Limite de peso recomendado (RWL)}}$$

Figura 3.16 - Equação de índice de levantamento.
Fonte: NIOSH (1994).

Encontrado o valor do índice de levantamento (LI), julga-se com o critério de interpretação (citado Tabela 3.3). Deste modo classifica-se a tarefa quanto ao risco DORT. Se for de baixo risco, a chance de ter lesão será mínima e o trabalhador está em situação segura; se for de risco moderado, aumenta-se o risco e se for de alto risco, acrescenta-se a chance de risco de lesões da coluna e do sistema musculoligamentar.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA APLICADA À PESQUISA

Neste capítulo a metodologia utilizada para preparação e realização do estudo de caso, orientado pelo ciclo PDCA.

Para a concretização da pesquisa é necessário que se escolha um método que indicará passos que deve proceder a fim de produzir conhecimento científico, pois nele responde, a um só tempo, às questões Como? Com quê? Onde?, Quanto?. Nesta perspectiva o conceito de método de acordo com LAKATOS e MARCONI (2010, p. 83).

“É o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Entendemos que o método é a maneira ou o conjunto de regras empregadas em uma investigação com a finalidade de obter resultados o mais confiáveis quanto for possível.

4.1 - Método de abordagem

O método utilizado na pesquisa foi o método fenomenológico por que têm como objetivos chegar à intuição das essências, isto é, ao conteúdo compreensível e ideal dos fenômenos, captado de forma imediata. Para GIL (2010), o método se preocupa com a descrição direta da experiência como ela é, ou seja, é descrição das experiências vividas e a realidade é construída socialmente do qual propõe estabelecer uma base segura, liberta de pressuposições.

Assim, consideramos a prática da fenomenologia mais adequada para este estudo por que o pesquisador, ao investigar um fenômeno parte das experiências vividas do qual obtém as descrições a respeito da sua experiência e tem em mãos discursos

significativos e compreensíveis e descobertas na sua essência, ou seja, o método vai pondo a claro o modo como da sua manifestação.

4.2 - Caracterização da pesquisa

A natureza da pesquisa é qualitativa e quantitativa. Adotamos a qualitativa por permitir mostrar as características de determinada população ou de determinado fenômeno, a qual esclarecerá os mecanismos aplicados na análise ergonômica que colaborará para a redução de problemas (queixas das operadoras) relacionados à ergonomia e, por consequência, o aumento da produtividade. Também por que de acordo com RICHARDSON (1999), a pesquisa permite descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certos elementos, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por indivíduos e grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento das pessoas.

Assim, a pesquisa distinguir-se do quantitativo, à medida que não emprega um instrumental estatístico tem como base a análise de problema, não pretendendo medir ou numerar categorias.

Adotou-se à pesquisa quantitativa por que este método caracteriza-se nas modalidades de coleta de informações que se traduz por tudo aquilo que pode ser quantificável, ou seja, traduzir em números as opiniões e informações para então obter a análise dos dados e, posteriormente, chegar a uma conclusão. Partindo desse princípio adotamos essa modalidade do qual requer o uso de estatísticas e de recursos, como, por exemplo, percentagens e outros com objetivo de apurar as opiniões explícitas dos entrevistados e as observações representa um dos meios mais eficazes para testar de forma precisa às hipóteses levantadas.

4.3 - Formas da pesquisa

A pesquisa será exploratória, descritiva e explicativa do qual estão relacionadas aos objetivos traçados no trabalho.

A pesquisa exploratória permite recuperar as informações disponíveis a respeito do assunto abordado. Seu foco é na harmonização com o problema, ou seja, de conhecer a raiz do problema. Para GIL (2010), a pesquisa tem como objetivo principal “o aprimoramento de ideias ou descoberta de intuições. Seu planejamento é bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”. Assim, se fez valer a ideia. Foi feita a exploração do problema, bem como a obtenção da compreensão do mesmo. O processo de sondagem nos permitiu aperfeiçoamos nossas ideias e descobrimos intuições.

Utilizou-se a descritiva, por ser uma pesquisa que permitir descrever as características de fenômeno, dentre outras situações. KLEIN *et al.* (2015), fala que “a pesquisa tem finalidade de descrever situações, fatos, opiniões ou comportamentos, buscando mapear a distribuição de um fenômeno na população ou contexto pesquisado”. Então, os fatos, as situações, opiniões e comportamentos foram observados, registrados e analisados, classificados e interpretados. O desenvolvimento desta análise possibilitou a identificação de diferentes formas dos fenômenos e ordem. O procedimento buscou respostas para as questões e as hipóteses.

Utilizou-se a explicativa por que é uma pesquisa que tem finalidade de registrar fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas e assim identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos ou variáveis que afetam o processo, ou melhor, explica o porquê das coisas. Essa prática segundo GIL (2010, p. 42). “tem como preocupação central identificar os fatos que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Esse é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, o porquê das coisas”. A pesquisa expõe um grau maior de complexidade, por que vai além de registrar, analisar e interpretar os fenômenos, ela nos permitiu procurar identificar os fatores determinantes, ou seja, suas causas. Deste modo, foi testada uma teoria, um relacionamento entre relações de causa e efeitos, identificando elementos determinantes para a ocorrência de determinados acontecimentos.

4.4 - Os meios de investigação

Foi classificada como uma pesquisa Bibliográfica, por utilizarmos os livros científicos, artigos de revistas científicas, dissertações de mestrados, Web sites e outros

tipos de documento sobre o assunto abordado que cujos objetivos são: desvendar, recolher e analisar as principais contribuições sobre um determinado fato, assunto ou ideia.

Conforme MARCONI e LAKATOS (2010), a finalidade da pesquisa bibliográfica “é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma”. Diante disso a pesquisa bibliográfica oferece meios para definir, resolver, problemas conhecidos e não conhecidos, também da oportunidade de explorar novas áreas onde os problemas não se resolvem.

4.5 - Tipo de pesquisa

É o estudo de caso, no qual é descrita uma experiência de análise ergonômica do trabalho (AET) no posto de embalagem realizada em uma indústria de produtos de papelaria, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM). Observação direta intensiva através da técnica da observação. Onde a observação sistemática é através de vários instrumentos, tais como quadros, anotações, escalas, gráficos, dispositivos eletrônicos, linhas de montagem. Observação participante artificial já que a autora da dissertação integrou-se ao grupo com a finalidade de obter informações sobre a realização do processo de ergonomia na empresa.

De acordo com YIN (2015), estudo de caso, “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real”. Assim, é adequado agente explorar as situações da vida real do posto de embalagem de canetas; descreve a situação do contexto em que está sendo feita a investigação; explicar as variáveis causais do fenômeno em situações diversas. Para a prática da análise ergonômica do trabalho, utilizou-se a metodologia do ciclo PDCA, apresentada em oito etapas conforme detalha na Tabela 4.1, para facilitar a prática da melhoria e organizar as ferramentas para chegar à causa, raiz do problema.

Tabela 4. 1 - Passos do PDCA para melhorias.

FASE	ETAPA	DETALHAMENTO
1. Planejar	1. Identificação do problema.	Definir claramente o problema e estabelecer metas. Coletar dados históricos.
	2. Observação	Conhecer as características do problema e declarar.
	3. Analise	Investigar as causas principais do problema. Com auxílio de ferramentas de qualidade e a ergonomia.
	4. Plano de Ação	Elaborar um plano de ação para bloquear as causas dos problemas. Com ajuda da ferramenta 5W2H.
2. Fazer	5. Execução	Executar o trabalho planejado.
3. Controlar	6. Verificação	Verificar a efetividade da ação de bloqueio. Reavaliando o processo e expor a situação.
4. Ação	7. Padronização	Estabelecer o novo procedimento operacional, caso as ações derem certas.
	8. Conclusão	Atuar corretivamente sobre a diferença identificada. Caso as metas não forem alcançadas.

Fonte: A própria autora, baseada nos passos do PDCA.

4.6 - População e amostra

O universo da pesquisa é uma indústria de produtos de consumo popular a base de plásticos, a população é composta de funcionárias do posto de embalagem de canetas. Amostral é representada por 20 funcionárias, com idade mínima de 19 e máxima de 29 anos.

4.7 - Materiais

Documentação indireta, com o objetivo de consolidar o embasamento teórico e prático, se fez necessário o levantamento de consultada bibliografias de autores especializados, referente à ergonomia, sistema de melhoria contínua, sistema de qualidade. Diagrama da situação anterior do posto de trabalho, através de fotografia; folha de Avaliação de Carga de Critério de Moore e Garg; folha de Critério do NIOSH e gráficos. A implementação do plano de ação do trabalho ergonômico, foram evidenciadas por meio da nova verificação de velocidade das máquinas, nova avaliação de carga de trabalho (com uso das mesmas ferramentas) e gráfico de produtividade.

4.8 - Análise de dados

A análise de dados tem como objetivo organizar os dados de forma que possibilite o fornecimento de resposta ao problema proposto na investigação. Os dados obtidos na pesquisa foram tratados por meio de procedimentos convencionais, ou seja, coletados os dados, para que possam ser transferidos em tabela, destas para os gráficos e outras ilustrações necessárias à compreensão do desenrolar do raciocínio. Fica então evidenciado, portanto, a importância da utilização de uma abordagem quantitativa e qualitativa na pesquisa em questão para a obtenção do resultado final.

4.9 - Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma empresa francesa, no Brasil possui uma unidade fabril em Manaus (estado do Amazonas), localizada no PIM, fundada em 1989. Hoje, para satisfazer necessidades específicas dos consumidores, oferece um leque de produtos de papelaria, acendedores, barbeadores, dentre outros.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

5.1 - Método PDCA

As informações contidas nesse estudo foram obtidas junto à indústria onde foi realizado o trabalho. Uma indústria de produtos de papelaria, que produz produto de consumo popular. O trabalho visa demonstrar melhorias ergonômicas através da prática do método PDCA. Apresentando também a utilização das técnicas e ferramentas estatísticas. Os métodos adotados para a melhoria do posto de trabalho foram baseados na NR-17.

O PDCA é definido como uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades, uma aplicação contínua do ciclo PDCA, de forma integral permite um real aproveitamento dos processos gerados na indústria. O trabalho visa alcançar a redução de trabalho sem sobrecargas, o conforto na realização de tarefa e a eficácia produtiva, através da implementação do ciclo PDCA. Para facilitar a implementação da melhoria e organizar as ferramentas para chegar à causa raiz do problema, o trabalho será demonstrado por meio do método PDCA em oito etapas, conforme detalha na Figura 5.1 a seguir:

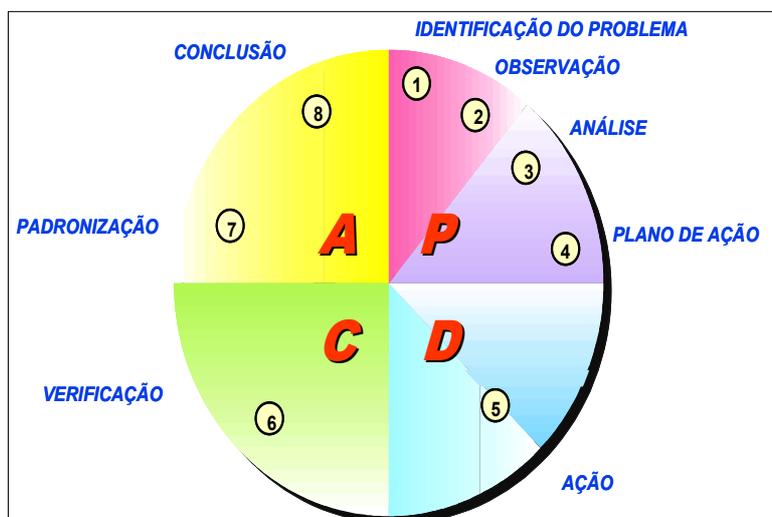


Figura 5.1 - Método PDCA.

5.1.1 - Fase de planejamento (*Plan*)

1ª Etapa - Identificação do problema

O processo de manufatura não estava cumprindo com a demanda de produção diária de 1.200.000 canetas, em média se produzia 1.000.000. Sabe-se que na indústria, a produção limita-se na capacidade de máquina e homem. As funcionárias não estavam atingindo a meta de produção por vários problemas. Foi feito um levantamento dos problemas, através de dados históricos e informações. O levantamento das queixas por um período de uma semana, resultado demonstrado na Figura 5.2 e a produção por um período de um mês, conforme demonstrada na Figura 5.3. Este procedimento deu início a AET. Assim, estabeleceram-se metas e prazos. Queixas: reduzir em 50% e produção: aumentar em 1.200.000/dia, num prazo até agosto/2014.

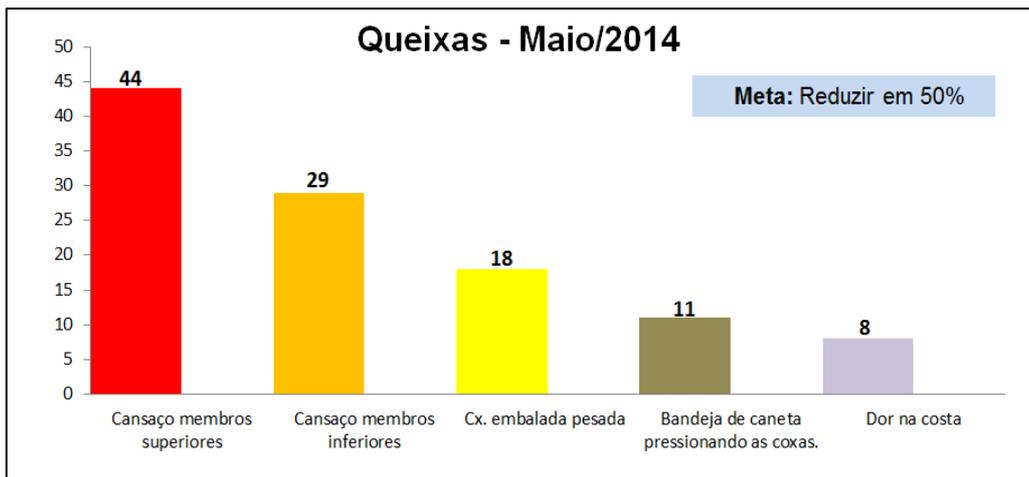


Figura 5.2 - Queixas de funcionários do posto de embalagem.

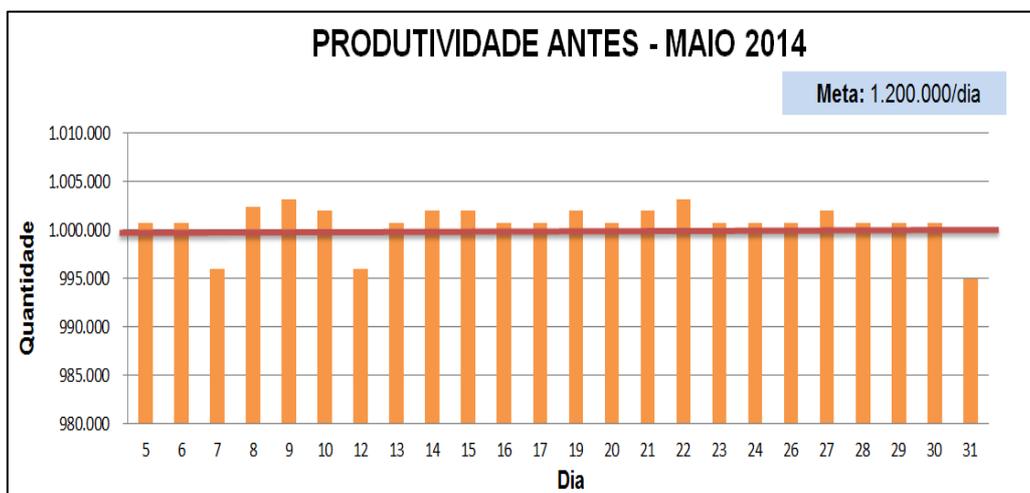


Figura 5.3 - Produtividade de maio/ 2014.

2ª Etapa – Observação

Após a identificação do problema procurou-se conhecer as características dos problemas sob vários pontos de vista, bem como coleta de opiniões e coleta de informação. O trabalho iniciou-se pela averiguação de velocidade da máquina de montagem de canetas, constatou-se que as mesmas não estavam em um único ciclo. Depois, observou-se a situação real de trabalho (detalhada logo abaixo). Neste processo, observamos as condições ergonômicas desfavoráveis ao sistema homem, máquinas e ambiente interagindo entre si, a sua influencias sobre o conforto, as condições de trabalho e produtividade. Esse procedimento representa o primeiro passo para a reformulação de um posto.

1. Atividades com uso de postura inadequada em ritmo normal de trabalho.

Durante a montagem da caixa de embalagem, a operadora realiza *flexão lateral da coluna e flexão de braços*. O movimento acontece quando a operadora realiza esta atividade na posição sentada, conforme mostra Figura 5.4.

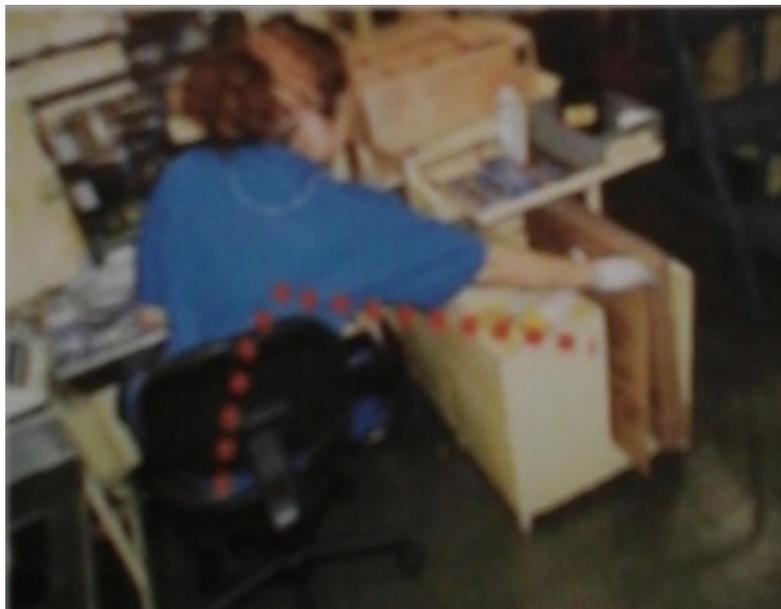


Figura 5.4 - Flexão lateral da coluna e flexão de braço.

Na tarefa de encher cartucho com canetas, a funcionária realiza *preensão palmar da mão esquerda* para segurar o cartucho; *preensão palmar da mão direita* na pega de

canetas; *pronação e supinação do antebraço direito, flexão da mão direita e leve desvio ulnar* para colocar as canetas dentro do cartucho acomodando-as de modo que caiba a quantidade certa de canetas. Nesta atividade, observa-se que a mão esquerda fica em *preensão estática* enquanto que a mão direita realiza *movimentos dinâmicos* (Figura 5.5 e 5.6).



Figura 5.5 - Preensão palmar da mão esquerda.



Figura 5.6 - Pronação e supinação do antebraço direito mais desvio ulnar.

Para posicionar o cartucho cheio na balança e conferir as quantidades de canetas, a funcionária realiza *abdução e flexão de braço esquerdo* (Figura 5.7). Esta atividade se repete se a quantidade de canetas não conferir na primeira pesagem.



Figura 5.7- Abdução e flexão de braço esquerdo e rotação de pescoço.

Após a atividade de pesagem, a funcionária coloca o cartucho na caixa de embalagem e realiza *abdução e extensão do braço esquerdo*, pois a caixa está situada atrás da linha dos ombros, conforme mostra Figura 5.8 e 5.9.



Figura 5.8 - Abdução e extensão do braço esquerdo - posição 1.



Figura 5.9 - Abdução e extensão do braço esquerdo - posição 2.

Quando a caixa está cheia, a funcionária pega a caixa e colocar na esteira. Esta atividade gera *flexão de coluna* da funcionária conforme mostra Figura 5.10. A caixa cheia tem peso bruto de 8.100 Kg, e este movimento se repete por volta, de 40 vezes em média, durante um turno de 7h.

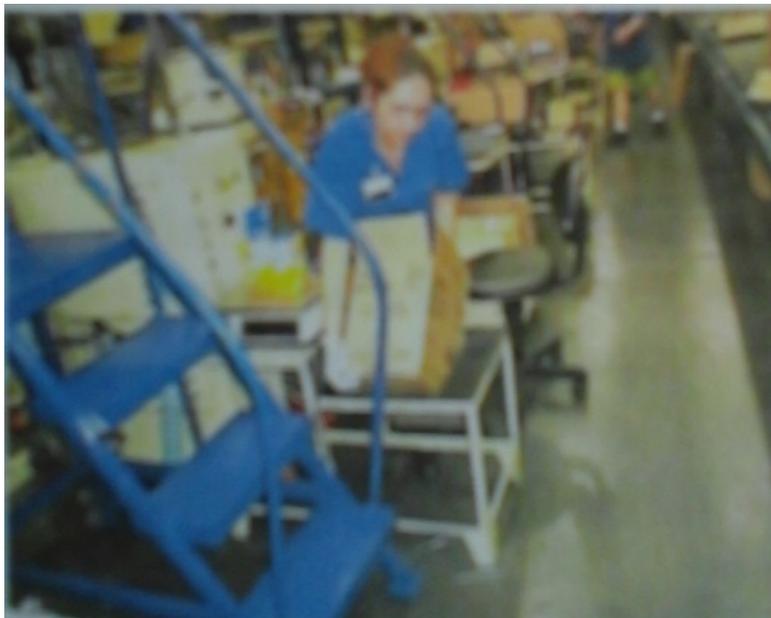


Figura 5.10 - Flexão de coluna.

2. Mobiliário de trabalho (objeto).

Cadeira

As cadeiras possuem rodízios nos pés, assento e o encosto são de espuma injetada e possuem bordas arredondadas, o que evita a *compressão da região poplíteia*. Possuem ajuste de altura de assento, mas não de altura e inclinação do encosto no ponto conforme mostra Figura 5.11.



Figura 5.11 - Cadeira sem inclinação de encosto.

Bancada de trabalho

A mesa de trabalho Figura 5.12 onde a caixa de embalagem fica posicionada apresenta angulação, o que proporciona boa visualização à operadora e facilidade a colocação dos cartuchos cheios, porém o encaixe da caixa está situado atrás da linha dos ombros da operadora, o que a leva a *realizar extensão de braço*, conforme comentado anteriormente. A mesa possui um tampo de colocação de balança e um tampo de colocação de caixa.

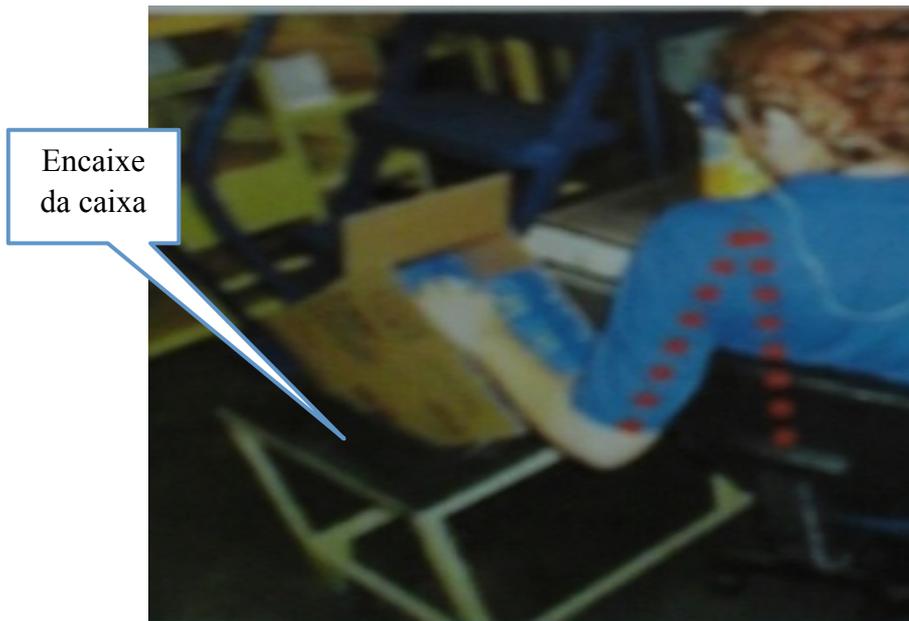


Figura 5.12 - Mesa com encaixe da caixa atrás da linha dos ombros.

Bandeja de trabalho

A bandeja onde ficam armazenadas as canetas que são despejadas pela máquina de montagem, apresenta a borda anterior arredondada na parte superior, evitando assim a *compressão mecânica* quando os antebraços nela se apoiam. Mas, observa-se que a borda inferior *pressiona as coxas* da funcionária conforme mostra Figura 5.13. Isso acontece ainda que o ajuste da cadeira seja feito.



Figura 5.13 - Bandeja pressionando as coxas.

Assim, através do trabalho realizado, podem-se observar todas as causas dos problemas que contribuem possivelmente para o não desempenho de suas tarefas e, conseqüentemente, o não cumprimento da produtividade.

3ª Etapa - Análise

Nesta fase, a análise do processo iniciou-se das investigações das causas influentes, colhidas da etapa de observação. Para analisarmos as situações das tarefas e classificá-las quanto ao risco de LER/DORT:

Na tarefa de encher cartucho, utilizamos a ferramenta de Critério de Moore e Garg que de forma simples dimensionou a sobrecarga nos membros superiores de “alto risco”, conforme demonstra no relatório de índice de Moore e Garg (Anexo A).

Na tarefa de colocar caixa embalada na esteira, usamos a ferramenta Critério do NIOSH, que dimensionou o levantamento de carga de “risco moderado”, conforme demonstra no relatório de Critério do NIOSH para levantamento de cargas (Anexo B).

Ao final desta análise, iniciou-se elaboração do Diagrama de Causa e Efeito de Ishikawa Figura 5.14, para ajudar a descobrir as prováveis causas do problema com auxílio da ferramenta Brainstorming.

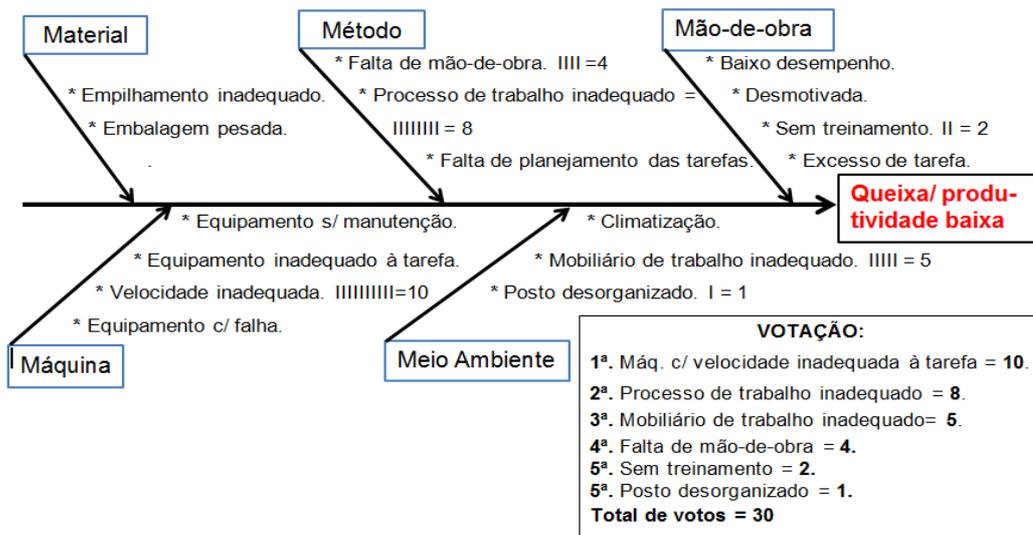


Figura 5.14 - Diagrama de causa e efeito de Ishikawa.

4ª Etapa - Plano de ação

O plano de ação é um produto de um planejamento capaz de orientar as diversas ações a serem implementadas. Através da utilização de um plano de ação podemos identificar as ações e as responsabilidades pela sua execução. Para elaboração do Plano de Ação (Apêndice A) utilizamos a ferramenta 5W2H, que através de setes perguntas foi possível bloquear as causas dos problemas. Advertimos que antes de se encomendar uma máquina ou equipamento, procura-se estudar o impacto ergonômico sobre pessoas, por isso as recomendações foram estudadas e baseadas na NR-17, objetivando a melhor adequação do objeto ao homem com produtividade com propósito de evitar problemas futuros, considerando ação proativa e preventiva com menos custos possível.

5.1.2 - Fase de fazer (*Do*)

5ª Etapa - Execução

Nesta fase, será executado o que foi planejado no plano de ação. É importante o comprometimento das pessoas responsáveis pela parte de execução do plano de ação. Também é de suma importância que todos estejam cientes da mudança e da responsabilidade de treinamento na execução das atividades de acordo com a melhoria que será implantada, deve-se atentar para data de execução.

5.1.3 - Fase de controlar (*Check*)

6ª Etapa de verificação

Nesta fase será verificada a efetividade do plano de ação, com novas avaliações, utilizando as mesmas ferramentas. Comparar os resultados, confrontando com a meta desejada. Com as melhorias implantadas os resultados foram satisfatórios:

As tarefas de encher cartucho e de colocar caixa embalada na esteira apresentaram uma nova configuração, “baixo risco”, conforme demonstra nos relatórios (Anexo C e D).

As queixas relacionadas a atividades foram reduzida a um patamar inferior a 50%, conforme mostra gráfico da Figura 5.15.



Figura 5.15 - Comparativo de queixas antes e depois.

A manufatura alcançou a meta de produção a partir do mês agosto 2014, atingiu 1.200.000 no dia como mostra Figura 5.16, que resultou em aumento de produtividade em 4.875.000 no mês como mostrado na Figura 5.17, gerando um aumento de R\$ 4.631.250,00 aproximadamente nas vendas no mês como mostra a Figura 5.18.



Figura 5.16 - Produtividade com melhorias.

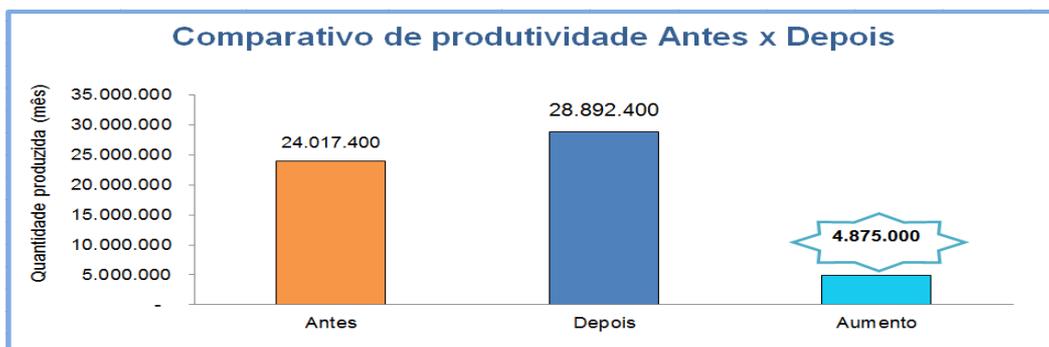


Figura 5.17 - Comparativo de produtividade.

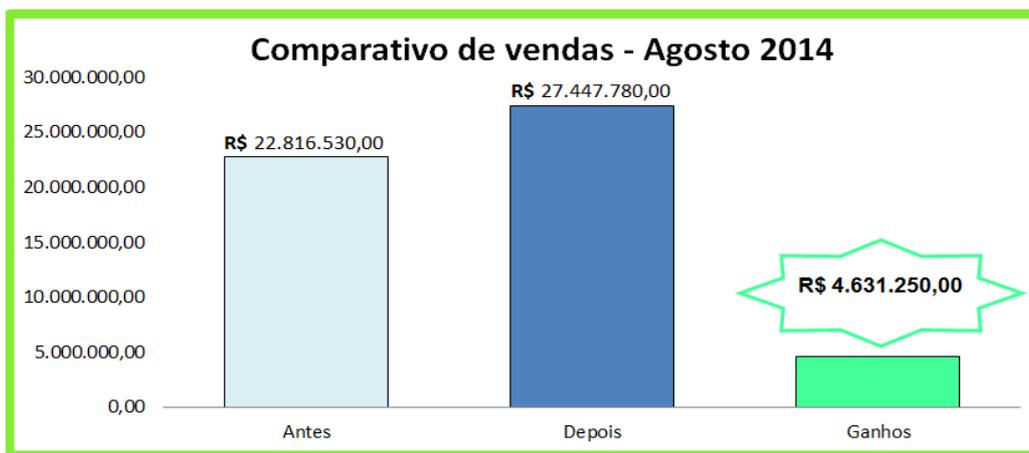


Figura 5.18 - Comparativo de vendas.

Enfim, os resultados da implementação das ações, foram representativos tanto para a indústria como para os funcionários envolvidos no processo:

Os benefícios funcionários: a redução de força na execução da atividade; o conforto na postura para realização do trabalho; a prevenção de futuras lesões; organização e melhoria no posto de trabalho; o aumento de produtividade; a capacitação de desenvolver o trabalho e qualidade do produto.

Os benefícios para a indústria: redução de queixas relacionada ao trabalho, abaixo de 50% como mostra a figura 32; o aumento de produtividade em 4.875.000/mês como mostra na figura 34; o aumento nas vendas em R\$4.631.250,00/mês como mostra figura 35; a organização e a melhoria no posto de trabalho; a prevenção de lesões dos funcionários e qualidade do produto.

5.1.4 - Fase de Ação (*Action*)

Nesta fase determina se deve atuar corretivamente sobre a diferença identificada, depende dos fatos verificados na fase verificação. Caso as metas não sejam alcançadas deve haver a eliminação das causas principais do problema, se faz necessário o giro do ciclo com a revisão do planejamento e das atividades realizadas. Para caso de metas alcançadas, adotar como padrão o planejamento da fase P.

7ª Etapa - Padronização

Em função dos resultados alcançados, as ações foram padronizadas, ou seja, formalizadas como novo procedimento operacional, também houve a comunicação da nova sistemática a todos os funcionários envolvidos no processo, bem como conforme CAMPOS (2014), a definição de padronização não se limita ao estabelecimento (consenso, redação e registro) do padrão, mais inclui também a sua utilização, treinamento e verificação contínua de sua observação.

8ª Etapa - Conclusão

Os resultados apresentados demonstram que a gestão de melhoria de processo se apresenta como estratégia da indústria para sobreviver no mercado tão competitivo atualmente. Sabe-se que quando a racionalização é conseguida e as perdas evitadas, a produtividade alcança os patamares almejados, resultando em menores custos. Quando as ações voltam-se para a redução dos desperdícios e otimização dos recursos, as organizações ganham poder competitivo. Nesta etapa deve relacionar os problemas remanescentes e também os resultados acima do esperado; reavaliar os itens e organizar para uma futura aplicação do método de solução de problemas.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

6.1 - Conclusão

O ciclo PDCA: de modo geral o modelo aplicado para o planejamento da aplicação da metodologia das variáveis do processo utilizado na primeira etapa da metodologia PDCA, mostrou-se consistente na obtenção das informações necessárias para dar prosseguimento às etapas do método. De modo específico pode-se dizer que os pontos positivos são a facilidade de aplicação da metodologia, por possuir um roteiro para aplicação, proporciona a facilidade e satisfação no uso da metodologia PDCA. O ciclo PDCA aplicado no estudo foi detalhado em oito passos. Este fato mostrou-se importante, mostrou a relação entre métodos e ferramentas, num enfoque de integração teoria-prática. Assim, deu consistência ao trabalho relacionado à ergonomia, a analisar as condições ergonômicas do trabalho no processo de fabricação de canetas.

A análise ergonomia do trabalho (AET) prevê uso de metodologias e sequência de atividade, daí a ideia de implementar o método do PDCA, por ser definido como uma sequência de atividades percorridas para melhorar atividades com a aplicação contínua do ciclo PDCA. O estudo de caso mostrou-se, o emprego de melhoria revolucionária que foi a ergonomia na linha de produção de canetas, resultou em redução de queixas de problemas inferior a 50%, o aumento de produtividade em 4.875.000/mês, aumento das vendas em R\$ 4.631.250,00/mês, otimização do conforto na realização da tarefa, organização e melhoria no posto de trabalho, capacitação de funcionário e por consequência a qualidade do produto.

A eficácia e eficácia da ergonomia deram-se pelo emprego das ferramentas de Moore e Garg (avaliação de sobrecarga aos membros superiores) e do NIOSH (avaliação de levantamento de cargas), que permite o conhecimento detalhado das atividades evidenciando pontos passíveis de melhorias, bem como a quantificação quanto ao risco de LER/DORT. Outras ações importantes que deram consistência ao trabalho relacionado à análise ergonômica foram: observar as condições ergonômicas do trabalho; indicar os potenciais de racionalização; determinar os padrões de tempo para

apropriar devidamente a mão-de-obra e analisar criticamente o posto de trabalho, máquinas e dispositivos.

O treinamento permite a coroação de todos os êxitos resultantes de um trabalho ergonômico. Verificou-se, assim, que a ergonomia na linha de montagem de canetas, obteve êxito no plano de ação que se propôs a pôr em prática, tornando-se, portanto eficiente e eficaz na sua prática.

6.2 - Recomendações para trabalhos futuros

O trabalho apresentado nesta dissertação insere-se nos projetos nos quais a aluna tem estado envolvida, visa a alcançar a redução de trabalho sem sobrecargas, o conforto na realização de tarefa e a eficácia produtiva.

No decorrer do trabalho foram seguidas as etapas PDCA para análise e solução de problemas ergonômicos de forma rígida, as opções determinaram as ferramentas e um rumo a seguir, porém outras opções poderiam ter sido tomadas e certamente outros resultados seriam encontrados e novas perspectivas se abririam. Portanto, como esta dissertação não representa um fim de projeto, mas partes do mesmo são feitas algumas sugestões para futuros trabalhos que visam complementar o projeto, bem como abrir novos recursos de investigação. Assim sendo, como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se que:

- Nos estudos efetuados com a metodologia do ciclo PDCA na prática da ergonomia, incorpore outros métodos, como a prática dos 5S como um caminho para o crescimento do ser humano e a organização do trabalho;
- A implementação do princípio de automação em máquina/processo, consiste essencialmente em escolher, as que melhor se adaptam ao processo a desenvolver e a que melhor propõe a extinção da relação homem-máquina, que incluem mudanças significativas no trabalho sem sobrecargas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERGO - **Associação brasileira de ergonomia**. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/oqueergonomia.htm>>. Acesso em 28 out. 2015.
- ABRAMCZUK, A. A. **Qual é o seu problema?** São Paulo: EPUSP, 2004.
- AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG, 2012.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 9ª ed. Belo Horizonte: Tecnologia e Serviços, 2014.
- CARENZI, F. **Biomécanique de l'étude entrent posture lors d'une analyse cinématique du mouvement passionnant, modélisation et simulation**, Thèse de Doctorat , Université de Paris XII , 241 pages, 2010.
- CARPINETTI, L. C. R; MIGUEL, P.A.C; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade**. ISO 9001: 2008. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G.B. J e MARTINS, B.J. **Occupational biomechanics**. 5ª ed. New York: ohn wiley, 2010.
- COMISSÃO DE REUMATOLOGIA OCUPACIONAL. São Paulo: rian narcizo mariano, 2011.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 Lições**. Belo Horizonte: ergo, 2002.
- COUTO, H.A.; NICOLETTI, S.J.; LECH, O. **Gerenciando a LER e os DORT nos tempos atuais**. Belo Horizonte: ergo, 2007.
- COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia do corpo e do cérebro no trabalho**. Belo Horizonte: ergo, 2014.
- DAYCHOU, Merhi. **40+10 ferramenta e técnica de gerenciamento**. 5ª ed. Rio de Janeiro: brasporte, 2013.

DUAL, J. ; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 3 ed. São Paulo: blucher, 2012.

FALZON , P. **Nature , objectifs et les connaissances de l'ergonomie** . Paris : PUF , 2013.

FILHO, J.G. **Ergonomia do objeto**. Sistema técnico de leitura ergonômica. 2^a ed., São Paulo: escrituras editora, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5^a ed., São Paulo: Atlas, 2010.

GUÉRIN, F; LAVILLE, A; DANIELLOU, J; KERGUELEN, A. **Compreender o trabalho para transformá-lo**. A prática da ergonomia. São Paulo: blucher ltda, 2001.

IEA – INTERNACIONA ERGONOMICS ASSOCIATION. Disponível em: <<http://www.IEA.org.br/whatisergonomics.htm>>. Acesso em 28 out. 2015.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção**. 2^a ed. Revista e ampliada, São Paulo: Blucher, 2014.

KLEIN, A. Z. ; SILVA, L. V; MACHADO, L.; AZEVEDO, D. **Metodologia de pesquisa em administração**. Uma abordagem prática. São Paulo: Atlas, 2015.

KROEMER, K.H.E. Assessment of human muscle strength for engineering purposes: a review. *Ergonomics*. V2, n1, p. 93, 1999.

LEÃO, R. D.; PERES. C. P. **Noções sobre dor, lombalgia, fadiga, antropometria, biomecânica e concepção do posto de trabalho**. DRTE/SC, 2000.

LONGO, R. M. J. **Gestão da qualidade: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação**. Texto para discussão n° 397. Brasília: 1996.

MANUAL DE ERGONOMIA. **Norma regulamentadora 17. Conforme publicação oficial do ministério do trabalho**. 2^a ed., Brasília: Edipro, 2014.

MARANHÃO, M. **ISO série 9000: versão 2008: Manual de implementação: o passo-a-passo para solucionar o quebra-cabeça**. 9^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7^a ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Mas, L. **Os objetivos da ergonomia em causa (s):** resultados de um inquérito sobre ergonômica prática. SELF'2007 "Ergonomia de produtos e serviços," St. Malo, França, 5-7, 2007

MOORE, J. S. and GARG, A. **The Strain Index:** A Proposed method to analyze Jobs for risk of distal upper extremity Disorders. American Industrial Hygiene Association Journal, 1995.

MORAIS, A. de; MONT'ALVÃO; C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. 4^a ed. Rio de Janeiro, editora 2AB, 2010.

MOREIRA, E.G.; MOREIRA, T.G.; Dias, D. ; ARTINS, A. S. **Aplicação da ferramenta de qualidade PDCA para solução de problemas críticos em empresa panificadora**. 2014. 19f. IX SAEPRO; universidade federal de viçosa. V. 2, N^o. 1. 2014.

NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health. Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. U.S. Dept. of Health and Human Services (NIOSH), Public health Service, Cincinnati, Ohio, 1994.

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2010.

PAYMAN, A; LEITE, J.C; OLIVEIRA, R. C. de. **Análise de um posto de trabalho numa linha de produção utilizando o método NIOSH**. 19f. INOVAE-Journal of Engineering and Technology Innovation, V2, N^o. 2, 2014.

PINHEIRO, A. K. S.; FRANCA, M. B. A. **Ergonomia aplicada à anatomia e a filosofia do trabalhador**. Goiânia: AB, 2006.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**. Métodos e técnicas. 3^a ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SHIDA, G. J; BENTO, P. E.G. **método e ferramenta ergonômica que auxiliam na análise de situações de trabalho**. 13f. VIII congresso nacional de excelência em gestão, ISSN 1984-9354, 2012.

SILVEIRA, Luciene de Barros Rodrigues. SALUSTIANO, Eleine de Oliveira. **A importância da ergonomia nos estudos de tempos e movimentos**. 80f. P&D em engenharia de produção, Itajubá. V. 10, N^o. 1, 2012.

SLACK, N; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da produção**. 3^a ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2002.

SOBRAL, M. J. G. **Análise e intervenção ergonômica em posto de trabalho com computadores**: a percepção dos trabalhadores. 88f. dissertação de mestre em segurança e higiene no trabalho, Setúbal, 2014.

THIOLLENT, M. **Problemas de metodologia**. São Paulo: Atlas, 1983.

VIEIRA, J. **Manual de ergonomia**. Manual de Aplicação da NR-17(conforme publicação oficial do ministério do trabalho). 2^a ed., São Paulo: Edipro, 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Vol.2. Belo Horizonte, MG: fundação Christiano ottoni, escola de engenharia da UFMG, 1995.

YIN, K. R. **Estudo de caso**. Planejamento e método. 5^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXO A

Relatório de Índice de Moore & Garg (antes das melhorias)

ÍNDICE DE MOORE e GARG				
POSTO:	Montagem de caneta	AUDITOR:	Elaine Santos	
TAREFA:	Encher cartucho	DATA:	09/05/2014	
<small>FIT x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT</small>				
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULT	ENC.	OBSERVAÇÕES
Intensidade do esforço (FIT)				
Leve	Tranquilo	1.0	<input type="text"/>	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0	3,0	Prensão palmar para
Pesado	Esforço nítido; s/ expressão facial	6.0	<input type="text"/>	sustentar maço de -
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0	<input type="text"/>	canetas e encher o
Próx. máximo	Usa tronco e membros	13.0	<input type="text"/>	cartucho.
Duração do Esforço (FDE)				
< 10% do ciclo		0.5	<input type="text"/>	
10-29% do ciclo		1.0	<input type="text"/>	Ciclo = 120 seg
30-49% do ciclo		1.5	1,5	Durancão do esforço
50-79% do ciclo		2.0	<input type="text"/>	= 4,5 seg
> 80% do ciclo		3.0	<input type="text"/>	
Frequencia do Esforço (FFE)				
< 4 por minuto		0.5	<input type="text"/>	
4 - 8 por minuto		1.0	1,0	
9 - 14 por minuto		1.5	<input type="text"/>	
15-19 por minuto		2.0	<input type="text"/>	
> 20 por minuto		3.0	<input type="text"/>	
Postura da Mão-Punho (FPMP)				
Muito boa	Neutro	1.0	<input type="text"/>	
Boa	Próxima do neutro	1.0	<input type="text"/>	
Razoável	Não neutro	1.5	<input type="text"/>	
Ruim	Desvio nítido	2.0	2,0	
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0	<input type="text"/>	
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 80%	1.0	<input type="text"/>	
Lento	81-90%	1.0	<input type="text"/>	
Razoável	91-100%	1.0	<input type="text"/>	
Rápido	100-115% (apertado mas acompanha)	1.5	1,5	
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompanha)	2.0	<input type="text"/>	
Duração do trabalho (FDT)				
=< 1 hora por dia		0.25	<input type="text"/>	
1-2 horas por dia		0.50	<input type="text"/>	
2-4 horas por dia		0.75	<input type="text"/>	
4-8 horas por dia		1.0	1,0	
> 8 horas por dia		1.5	<input type="text"/>	
ÍNDICE (FIT x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT) =			13,50	
Interpretação:	< 3.0 Baixo Risco	<input type="text"/>	Resultado: ALTO RISCO	
	3.0 - 7.0 Duvidoso	<input type="text"/>		
	> 7.0 Alto Risco	<input checked="" type="checkbox"/>		

ANEXO B

Relatório de NIOSH (antes das melhorias)

CRITÉRIO DE NIOSH PARA LEVANTAMENTO DE CARGAS

Posto:

Auditor:

Tarefa:

Data:

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

Carga Constante	LC	23 kg
Distância do indivíduo à carga	HM	(25 / H)
Distância do local de pega ao chão	VM	1 - (0,003 x V - 75)
Distância vertical da origem ao destino	DM	0,82 + (4,5 / D)
Ângulo de Rotação lateral do tronco	AM	1 - (0,0032 x A)
Frequência de levantamento / min	FM	Tabela 4
Qualidade da Pega	CM	Tabela 5

Peso máximo recomendado =>

H >= 25	X
H < 63	H = <input type="text" value="58"/> cm
	<input type="text" value="0.43"/>
V < 175	V = <input type="text" value="53"/> cm
	<input type="text" value="0.93"/>
D >= 25	X
D < 175	D = <input type="text" value="32"/> cm
	<input type="text" value="0.96"/>
A < 135	A = <input type="text" value="0"/> graus
	<input type="text" value="1.00"/>
	F = <input type="text" value="0.2"/>
	<input type="text" value="0.85"/>

Pega:

RWL (Peso Recomendado):

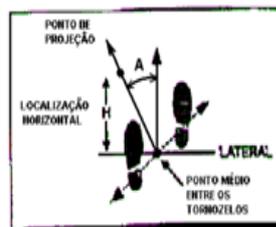
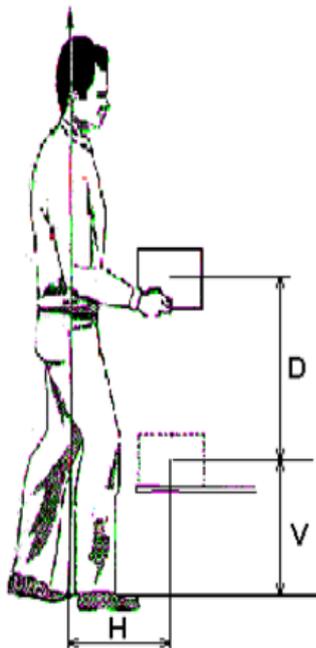
L (Peso real do Objeto):

LI (Índice de Levantamento): $\frac{8.10}{7.13}$

LI < 1	Baixo Risco
1 <= LI < 2	Risco Moderado
LI >= 2	Alto Risco

LI =

Classificação do Posto: **RISCO MODERADO**



Torção do tronco "AM"

ANEXO C

Relatório de Índice de Moore & Garg (depois das melhorias)

ÍNDICE DE MOORE e GARG				
POSTO:	Montagem de caneta	AUDITOR:	Elaine Santos	
TAREFA:	Encher cartucho	DATA:	08/08/2014	
FIT x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT				
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULT	ENC.	OBSERVAÇÕES
Intensidade do esforço (FIT)				
Leve	Tranquilo	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0	<input type="checkbox"/>	<u>Pressão palmar para</u>
Pesado	Esforço nítido; s/ expressão facial	6.0	<input type="checkbox"/>	<u>sustentar maço de canetas</u>
Muito Pesado	Esforço nítido; muda expressão facial	9.0	<input type="checkbox"/>	<u>e encher o cartucho</u>
Próx. máximo	Usa tronco e membros	13.0	<input type="checkbox"/>	
Duração do Esforço (FDE)				
< 10% do ciclo		0.5	<input type="checkbox"/>	
10-29% do ciclo		1.0	<input type="checkbox"/>	<u>Ciclo = 120 seg</u>
30-49% do ciclo		1.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Duração do esforço=4,5</u>
50-79% do ciclo		2.0	<input type="checkbox"/>	<u>seg</u>
> 80% do ciclo		3.0	<input type="checkbox"/>	
Frequencia do Esforço (FFE)				
< 4 por minuto		0.5	<input type="checkbox"/>	
4 - 8 por minuto		1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	
9 - 14 por minuto		1.5	<input type="checkbox"/>	
15-19 por minuto		2.0	<input type="checkbox"/>	
> 20 por minuto		3.0	<input type="checkbox"/>	
Postura da Mão-Punho (FPMP)				
Muito boa	Neutro	1.0	<input type="checkbox"/>	
Boa	Próxima do neutro	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	
Razoável	Não neutro	1.5	<input type="checkbox"/>	
Ruim	Desvio nítido	2.0	<input type="checkbox"/>	
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0	<input type="checkbox"/>	
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 80%	1.0	<input type="checkbox"/>	
Lento	81-90%	1.0	<input type="checkbox"/>	
Razoável	91-100%	1.0	<input type="checkbox"/>	
Rápido	100-115% (apertado mas acompanha)	1.5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompanha)	2.0	<input type="checkbox"/>	
Duração do trabalho (FDT)				
=< 1 hora por dia		0.25	<input type="checkbox"/>	
1-2 horas por dia		0.50	<input type="checkbox"/>	
2-4 horas por dia		0.75	<input type="checkbox"/>	
4-8 horas por dia		1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	
> 8 horas por dia		1.5	<input type="checkbox"/>	
ÍNDICE (FIT x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT) =			<input checked="" type="checkbox"/>	
			<input checked="" type="checkbox"/>	2,25
Interpretação:	< 3.0 Baixo Risco 3.0 - 7.0 Duvidoso > 7.0 Alto Risco	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Resultado:	RISCO BAIXO

ANEXO D

Relatório de NIOSH (depois das melhorias)

CRITÉRIO DE NIOSH PARA LEVANTAMENTO DE CARGAS

Posto:

Auditor:

Tarefa:

Data:

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

Carga Constante	LC	23 kg
Distância do indivíduo à carga	HM	$(25 / H)$
Distância do local de pega ao chão	VM	$1 - (0,003 \times V - 75)$
Distância vertical da origem ao destino	DM	$0,82 + (4,5 / D)$
Ângulo de Rotação lateral do tronco	AM	$1 - (0,0032 \times A)$
Frequência de levantamento / min	FM	Tabela 4
Qualidade da Pega	CM	Tabela 5

Peso máximo recomendado =>

$H \geq 25$
 $H < 63$

H =
cm

$V < 175$

V =
cm

$D \geq 25$

$D < 175$

D =
cm

$A < 135$

A =
graus

F =

Pega:

=

RWL (Peso Recomendado):

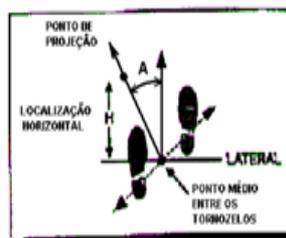
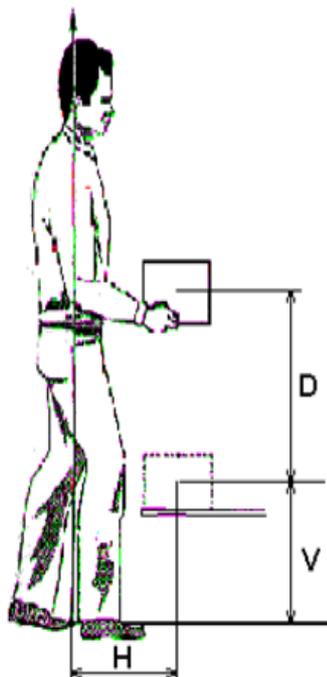
L (Peso real do Objeto):

LI (Índice de Levantamento):

LI < 1	Baixo Risco
1 <= LI < 2	Risco Moderado
LI >= 2	Alto Risco

LI =

Classificação do Posto:



Torção do tronco "AM"

APÊNDICE A
PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO							
Meta: Aumentar a produção em 1.200.000/dia até agosto de 2014.							
Meta: Reduzir em 50% as queixas das operadoras até agosto de 2014.							
Causa	O que fazer?	Quando ?	Quem?	Por quê?	Onde?	Como?	Quanto ?
Máquinas: apresentam variações de velocidades. Os ciclos variavam: 135 a 160 canetas por min.	Ajustar o ciclo em 156 e informar aos mecânicos.	3/6/14	Nonato	Para o conforto e produtividade, homem- máquina.	Máquina	Ajustar com tacômetro e ajustando.	0,00
Cadeiras: têm ajuste de altura de assento, mas não de altura e inclinação do encosto.	Comprar cadeira ergonômica em conformidade com a NR-17. Requerer amostra p/ teste.	10/6/14	Vilma	P/ ajustar as dimensões da operadora e proporcionar conforto na realização da tarefa.	Fornecedor externo	Pesquisa negociação.	350,00 cada
Bandejas: onde as canetas são despejadas não têm espaço suficiente p/ posicionar pernas das operadoras, tendo coxas pressionadas pela borda.	Solicitar confecção de bandeja de inox, com alívio das pernas. Requerer amostra para teste piloto.	10/6/14	Vilma	Para evitar à compressão sob as coxas das operadoras.	Fornecedor externo	Conforme o desenho e ajuste.	380,00 cada
Tarefa de encher cartucho: durante a pega do maço de canetas a operadora p/ mantê-las em mãos disponibiliza de certa força, gerando preensão palmar, para encher o cartucho tem dificuldade de acomodá-las por ser justo as quantidades e organiza um maço c/ tampas p/ cima e outra p/ baixo, gerando desvio mão-punho. Canetas saem da máq. em posição única e são na bandeja da mesma forma.	1. Solicitar alteração na largura do cartucho, por consequência também na caixa de embalagem. Requerer amostra para teste.	10/6/14	Vilma	1. Para facilitar a colocação de canetas e dispensar menos força e tempo, minimizando a preensão palmar.	1.Fornecedor externo	1.Conforme desenho	0,00
	2. Solicitar implantação de sistema de giro de canetas a cada 25 peças. Fazer teste piloto em uma máquina.		José Pedro	2.Para dispensar a ação de acomodar as canetas em posição alternada, eliminando postura de desvio mão-punho.	2.Máquina	2.Sensor contador e mecanismo de giro.	1.270,0 cada
	3.Treinar e educar a operadora a nova característica de tarefa.		Vilma Eliana	3. Para desenvolver habilidade e conforto na realização da tarefa.	3.Posto	3.Orientando e dando dicas de melhorias.	0,00

<p>Tarefa de colocar cartucho na caixa: após a pesagem do cartucho a operadora pega e arruma na caixa, gerando preensão mão devido à força aplicada e abdução e extensão do braço esquerdo devido à distância da caixa situada atrás da linha dos ombros e altura da mesa.</p>	<p>1.Comprar balança com base menor. Requerer 1 para teste piloto na nova mesa. Negociar como entrada a balança antiga.</p>	10/6/14	Vilma	<p>1.Para diminuir o comprimento mesa e a distância entre pega do cartucho e dispensa da cx.</p>	<p>1.Fornecedor externo.</p>	<p>1. Parceria com fornecedor Toledo.</p>	<p>700,00 cada</p>
	<p>2.Solicitar confecção de mesa teste piloto, modelo igual do posto, mas c/ comprimento do tampão da balança menor (ajustada ao comprimento da nova balança) e com regulagem de altura. Negociar com fornecedor para utilizar mesa antiga e transformar no modelo atual (piloto).</p>		Vilma	<p>2.Tampão menor e ajuste de altura da mesa vai diminuir a distância entre a pega do cartucho e dispensa na cx. (cx. ficará em linha dos ombros), dispensando menos força e tempo, minimizando abdução e extensão do braço esquerdo.</p>	<p>2.Fornecedor externo.</p>	<p>2.Confecção conforme o desenho. Parceria c/ fornecedor.</p>	<p>Mesa: 500,00 cada</p> <p>Ajuste: 350,00 cada</p>
	<p>3.Ajustar mobiliário à postura da op. Treinar e educar a nova característica tarefa.</p>		Pedro Vilma Eliana	<p>3.Para desenvolver habilidade e conforto realização da tarefa.</p>	<p>3. Posto</p>	<p>3.Orientando e dando dicas de melhorias.</p>	<p>0,00</p>
<p>Tarefa de colocar caixa embalada na esteira: na pega da caixa gera uma leve flexão de coluna da operadora para evitar futuros problemas, faz-se necessária tomada de ação mesmo o peso sendo inferior ao recomendado <23 kg.</p>	<p>1. Mesa c/ regulagem de altura, soluciona o problema. Ajustar altura da mesa à boa postura da operadora e a boa altura da dispensa da caixa (esteira).</p>	10/6/14	Pedro Vilma Eliana	<p>1. Para diminuir distância entre o piso e pega da cx. (VM) e origem da pega cx. ao destino (DM), minimiza flexão de coluna e menos força na dispensa da caixa.</p>	<p>1.Ajustes da mesa e esteira, através parafuso</p>	<p>1. Ajustando e medido</p>	<p>0,00</p>
	<p>2.Treinar e educar a nova característica da tarefa.</p>		Vilma Eliana	<p>2.Para desenvolver habilidade e conforto na realização tarefa.</p>	<p>2. Posto</p>	<p>2.Orientando e dando dicas de melhorias.</p>	

Artigo

Artigo Publicado

Artigo Publicado: **Revista Sodebras**. Qualis Capes Engenharia III - B5 - LIMA, V. T., LEITE, J. C., SOUZA, J. A. S., 2015, “Análise ergonômica do trabalho (AET) no posto de embalagem com foco na indústria de produtos à base de plásticos”, Revista Sodebras, v. 10, n. 118, pp. 61-69. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N118.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2016.

Artigos Submetidos

Artigo sob Submissão para Revista Dyna (B2), “Rating the wrapping station with a focus on industrial ergonomics using tools Moore and Garg and NIOSH” - Qualis Capes Engenharia III.

Artigo sob Submissão para Applied Ergonomics (A2), “Ergonomic work analysis (AET) in focus with wrapping station in the stationery products industry” - Qualis Capes Engenharia III.