



Ergonomic work analysis (EWA) no packing station with focus on stationery industry

Vilma Reges Tamioka de Lima¹, Jandecy Cabral Leite², José Antônio da Silva Souza³

^{1,2,3}Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (PPGEP-ITEC-UFPA). Avenida Augusto Corre, N°. 01. CEP: 66075-110. Caixa Postal 479. PABX +55 91 3201-7000. Guamá, Belém, Pará.

²Instituto e Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM). Avenida Joaquim Nabuco, N°. 1950. CEP: 69005-080. Fone: + 55 92 3584 6145 e +55 92 3248 2646. Centro, Manaus. Amazonas.

ABSTRACT

In the study ergonomics is applied 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 employees of the 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 research is literature of qualitative and quantitative, using the PDCA method to direct AET and solve problems with the help of brainstorming techniques, Ishikawa chart, 5W2H and NIOSH and Moore & Garg tools to assess task of the risk of overloading to the members of staff. We used the PDCA method is a method that has the same philosophy and focus of ergonomics interest, the implementation of systems, together consisting of sources of successes, reverses on the results of comfort performance - productivity, generating benefits for both the parties, business and employees. The success was evidenced by the revaluation of tasks by NIOSH tool (load survey analysis on the task of putting cash on the treadmill) and Moore & Garg (overhead analysis in the upper limbs on the task of filling cartridges with pens), which potentiated low-risk tasks as the appearance of RSI / MSDs; with low claims of employees of complaints related to activities that reached the lower level to 50% and 20% increase in productivity.

Keywords: Occupational Biomechanics, PDCA cycle, AET, Workstation.

Análise ergonômica do trabalho (AET) no posto de embalagem com foco na indústria de papelaria

RESUMO

No 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 funcionárias 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 quali-quantitativa, com a utilização do método PDCA para direcionar AET e solucionar problemas com a ajuda de técnicas de brainstorming, gráfico de Ishikawa, 5W2H e ferramentas de NIOSH e Moore & Garg para avaliar a tarefa quanto ao risco de sobrecarga aos membros dos funcionários. Utilizou-se o método PDCA por ser um método que tem a mesma filosofia e foco de interesse da ergonomia, a implantação dos sistemas, juntos consiste em fontes de sucessos, reverte-se em resultados de desempenho de conforto - produtividade, gerando benefícios para ambas as partes, empresa e funcionários. O sucesso foi evidenciado com a reavaliação das tarefas através da ferramenta NIOSH (análise de levantamento de carga na tarefa de colocar caixa na esteira) e de Moore & Garg (análise de sobrecarga nos membros superiores na tarefa de encher cartuchos com canetas), que potencializaram as tarefas de baixo risco quanto ao aparecimento de LER/DORT; com baixas reclamações de queixas de funcionárias relacionadas às atividades que chegaram ao patamar inferior a 50% e com aumento de 20 % na produtividade.

Palavras-Chave: Biomecânica Ocupacional, Ciclo do PDCA, AET, Posto de trabalho.

I. INTRODUÇÃO

Diante de uma série de novos desafios apresentados pelo mercado, como o aumento da concorrência e o surgimento de clientes ainda

mais exigente, as indústrias apostam hoje na inovação para manter a competitividade. A 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.

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. Assim, surgiu a ideia de adoção da prática da ergonomia para organizar e solucionar problemas existentes na indústria referentes às queixas relativas às atividades e baixa produtividade com auxílio do método PDCA para direcionar as atividades AET.

A organização de trabalho busca práticas e procedimentos que consistem em fontes de sucessos, que estabeleça a melhoria dos processos internos. O ciclo PDCA é um método mais utilizado dentro de Programa de Gestão da Qualidade, consistindo em plano de melhoria contínua. 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 [1]. Já a ergonomia segundo [2], é um conjunto de ciências e tecnologia que procura fazer um ajuste confortável e produtivo entre o ser humano e o seu trabalho, máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, a saúde, o conforto e a eficiência no trabalho. Partindo dos conceitos, os métodos adotados levam ao rumo do sucesso da empresa. Sabe-se que adequar-se a uma nova situação é desafiador, principalmente quando os processos e métodos já estão sedimentados na empresa.

O presente estudo tem como objetivo 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 & Garg e NIOSH, resultados conseguidos da implementação da metodologia PDCA.

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 às 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. Enfim, 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.

II. ERGONOMIA

A estruturação de um ambiente ergonomicamente adaptado deve seguir algumas condições para que o projeto surta os efeitos desejados. Nossa proposta é incorporar conceitos de qualidade, práticas, ferramentas e procedimentos que incidem em fontes de sucessos. Adotou-se um dos procedimentos mais bem conhecidos na prática da gestão da qualidade, método PDCA para direcionar a prática da ergonomia, bem como 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.

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. A palavra ergonomia de acordo [3], 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. Existe uma variedade de definições de ergonomia, mas adotamos duas por servir de base de nosso estudo:

Ergonomia 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” [4].

“Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho as característica fisiológicas e psicológicas do ser humano” [5].

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.

Assim, no estudo estudamos as condições ergonômicas do homem, máquinas e ambiente que interagem 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. A análise ergonômica do trabalho (AET), visa a aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real

de trabalho [2]. Analisar uma situação de trabalho, no ponto de vista de [6], 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.

A área da ergonomia aplicada ao trabalho é a Biomecânica Ocupacional, por analisar as interações entre o trabalho e o homem, sob vários pontos de vista. Segundo [7], 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 humanos para a realização de tarefas sem o risco de lesões.

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 de tarefa 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).

Existem várias ferramentas na ergonomia que quantificam as tarefas quanto ao risco do trabalho. Neste estudo utilizou-se a de Critério de Moore & Garg e a Equação do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) [8].

O método de Critério Moore e Garg (1995) [9], foi desenvolvido em 1995, 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 da formulação abaixo (figura 1), fatores que serão esclarecidos na tabela 1. Definidos todos os fatores, procede-se a multiplicação dos seis fatores. O resultado da multiplicação compara-se com o critério de interpretação (citado na tabela 1). Assim, a ferramenta avalia a situação do trabalho 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.

FIE x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT

Figura 1. Índice de sobrecarga para membros superiores. Fonte: [9].

Tabela 1 - Fatores de Critério de Moore & Garg.

FIE – FATOR INTENSIDADE DO ESFORÇO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
Leve	Tranquilo.	1,0
Algo pesado	Percebe-se algum esforço.	3,0
Pesado	Esforço nítido, s/ mudança de expressão facial.	6,0
Muito pesado	Esforço nítido, muda à expressão facial.	9,0
Próximo do máximo	Usa tronco e ombros.	13,0

FDE – FATOR DURAÇÃO DO ESFORÇO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
< 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 – FATOR FREQUENCIA DO ESFORÇO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
< 4 por minuto		0,5
4 – 8 por minuto		1,0
9 – 14 por minuto		1,5
15 – 19 por min.		2,0
+ que 20 por min.		3,0

FPMP – FATOR POSTURA DA MAO - PUNHO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
Muito boa	Neutro	1,0
Boa	Próximo do neutro	1,0
Razoável	Não neutro	1,5
Ruim	Desvio nítido	2,0
Muito ruim	Desvio próximo do extremo	3,0

FRT – FATOR RITMO DO TRABALHO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
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 – FATOR DURAÇÃO DO TRABALHO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
= < 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: [9].

O método de *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) é uma técnica que tem como objetivo a divulgação da equação do NIOSH [8]. De acordo com [10] 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.

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 [8], fórmula de cálculo (figura 2) determina o limite de peso recomendado (RWL), a partir da multiplicação de sete fatores, que serão explicados na tabela 2. É importante antes de começar a definir os fatores da equação, saber a localização padrão de levantamento, através da representação gráfica (figura 4).

Encontrado o valor do limite de peso recomendado (RWL), procura-se encontrar 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 da formulação de cálculo (figura 3).

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

Figura 2: Equação de NIOSH. Fonte: [10].

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

Figura 3: Equação de índice de levantamento. Fonte: [8].

Tabela 2. Parâmetros de levantamento de cargas.

FATOR	DETALHAMENTO
LC = 23 kg.	LC: Carga constante. É o peso máximo recomendado para um levantamento desde que a localização-padrão esteja em condições ótimas. Considerando posição sem torções do dorso.
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 (medir da origem e o destino da tarefa), conforme mostra (figura 4).
VM = (1- 0,003 x [V - 75])	VM: fator de altura. V é a distância entre as mãos e o piso, em centímetros. V é medido verticalmente do piso ao ponto médio de agarre das mãos, conforme mostra (figura 4).
DM = (0,82 + (4,5 / D))	DM: fator de deslocamento vertical. D refere-se à distância vertical da origem e o destino da tarefa conforme mostra (figura 4).
AM = 1 - (0,0032 x A)	AM: fator de assimetria. A refere-se ao levantamento que inicia e termina fora do plano sagital médio do trabalhador, mostrada (figura 4).
FM = Tabela 3	FM: fator de frequência. F é definido pelo número de levantamento por minutos (frequência), duração da tarefa de levantamento e distancia vertical do objeto para o piso. FM é obtido pela tabela 3.
CM = Tabela 4	CM: fator de pega. C é obtido segundo a facilidade da pega e altura vertical de manipulação da carga (ver tabela 4)

Fonte: [10].

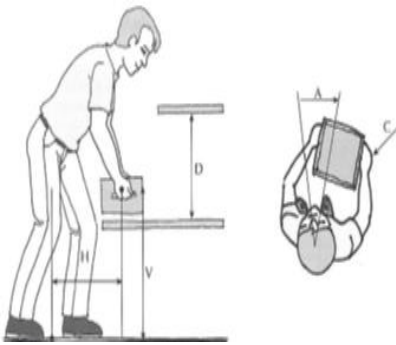


Figura 1. Localização de fatores de carga considerada na equação de NIOSH. Fonte: [2].

Tabela 3. Multiplicador de frequência de Levantamento (FM).

Frequência elevação/ minuto	DURAÇÃO DO TRABALHO					
	<= 1 hora		> 1 – 2 horas		> 2 – 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
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

Fonte: [10].

Tabela 4. Qualidade da pega.

BOA	RAZOÁVEL	POBRE
1. Recipientes com desenho ótimo e com local para pega.	1. Recipientes c/ desenho ótimo, mas razoável local para pega.	1. Recipientes c/ desenho desfavorável ou objetos irregulares e volumosos, difícil para manusear, ou com quinas vivas.
2. Objetos irregulares, que normalmente não estão em recipientes, uma “BOA” pega pode ser definida como confortável, quando cada mão pode envolver o objeto.	2. Recipientes c/ desenho ótimo, mas sem local para pega, objetos irregulares, uma “RAZOÁVEL” pega é definida quando cada mão pode ser flexionada em torno de 90°.	2. Manuseando objetos não rígidos, pelo meio do mesmo.
FATOR MULTIPLICADOR DA PEGA (CM)		
PEGA	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Fonte: [10].

Uma vez encontrado o valor de LI, julga-se o valor: $LI < 1$ = baixo risco; $LI 1$ a 2 = risco moderado e $LI > 2$ = alto risco.

Portanto, se for de baixo risco, a chance de ter lesão será mínima e o trabalhador estará em situação segura; se for de risco moderado, aumenta o risco e se for de alto risco, acrescenta-se a chance de risco de lesões da coluna e do sistema musculoligamentar.

II.1. CICLO PDCA

O ciclo PDCA, também é conhecido como ciclo de Shewhart (pai do Controle Estatístico do Processo), recebeu esse nome em 1967, quando foi descrito pela primeira vez, por Deming, em homenagem a Shewhart. Também é chamado de Ciclo de Deming, principalmente no Japão, onde Deming o introduziu no pós-guerra. Conforme [11], logo após o advento da Administração Científica, alguns teóricos, na busca de soluções mais estruturadas, começaram desenvolver ferramentas de natureza mais objetiva, percebendo a possibilidade de aplicação da estatística na administração organizacional. Na década de 30, Shewhart postulou em seus estudos a necessidade de que os administradores utilizassem o ciclo *Specify-Product-Inspect*, isto é, Especificar-Fazer-Inspeccionar. Um dos alunos de Shewhart, W. E. Deming, que se tornou famoso por orientar o desenvolvimento da qualidade japonesa no pós-guerra, completou o ciclo de Shewhart agregando mais uma fase, assim postulando o ciclo P-D-C-A, iniciais das palavras inglesas *Plan, Do, Control* e *Action*. O ciclo PDCA pode ser considerado o método mais geral para trabalhar com qualidade, podendo ser resumido conforme a tabela 5.

Tabela 5. Resumo do Ciclo PDCA.

Fase	Descrição
P	Planejar o trabalho a ser realizado
D	Executar o trabalho planejado.
C	Medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o que foi executado e o que foi planejado.
A	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: Os autores, 2015.

O Ciclo PDCA, é um método de gerenciamento para promover a melhoria contínua. A aplicação do ciclo PDCA segue um padrão de funcionamento. Este padrão consiste nestas quatro fases básicas de controle, estabelecida na tabela 5.

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, daí a importância de aplicar para solucionar os problemas no posto de embalagem de canetas. Para [1], fala que sua utilização envolve várias possibilidades, podendo ser utilizado para o estabelecimento de metas de melhoria providas da alta administração, ou também de pessoas ligadas diretamente ao setor operacional com o objetivo de coordenar esforços de melhoria contínua, enfatizando que cada programa de melhoria deve começar com um

planejamento cuidadoso (definir uma meta), resultar em ações efetivas, em comprovação de eficácia das ações, para enfim, obter os resultados da melhoria.

II.2. FERRAMENTA DA QUALIDADE

Existem técnicas importantes e eficazes denominadas ferramentas da qualidade, que permitem o maior controle dos processos ou melhorias na tomada de decisões. Ferramentas da qualidade são técnicas que se podem utilizar com a finalidade de mensurar, analisar e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e interferem no bom desempenho dos processos de trabalho [12].

Neste estudo, usamos as ferramentas de Brainstorming, Diagrama de Ishikawa e Plano de ação (5W2H):

Usamos o brainstorming por ser uma técnica que propõe a equipe a expor a diversidade de pensamento e experiências para gerar solução inovadora para o problema exposto, ela rompe 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.

Adotamos o diagrama de Ishikawa, por ser 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 a figura 2.

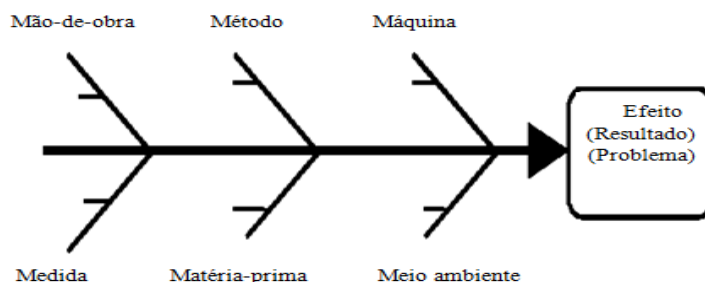


Figura 2: Gráfico de Ishikawa. Fonte: [1].

Através desta estrutura o diagrama é desenvolvido. A ideia de fazer as pessoas pensarem sobre as causas e possíveis razões que fazem com que um problema ocorra. Os problemas estudados, por meio do diagrama, são enumerados geralmente como uma pergunta, “por que ocorre este problema?” ou “quais as causas deste problema?” e são classificados nos seis tipos diferentes de causas, como mostra a figura 2. Deste modo, o diagrama se trata de uma ferramenta prática que auxilia a análise de causa em avaliação de não conformidade nos processos de uma indústria.

O 5W2H, por ser basicamente uma ferramenta de *checklist*, que faz a verificação e acompanhamento dos planos de ação, por meio de sete perguntas objetivas, faz o mapeamento das atividades. As perguntas são as intenções da metodologia: O que fazer?,

Quando?, Quem?, Por quê?, Onde?, Como? e Quanto? Enfim, com esta ferramenta, temos um quadro completo de cada atividade.

III. MÉTODOS E MATERIAIS

Método de acordo com [13] é o conjunto das atividades sistemáticas que permite alcançar o objetivo, conhecimentos, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Os métodos utilizados neste estudo foram à sistemática de [14], que sugere dois critérios básicos que são quanto aos fins e meios. *Quanto aos fins*, abordagem da pesquisa de natureza quali-quantitativa, que admitir mostrar as particularidades de determinada população e fenômeno, que esclarecerá os mecanismos aplicados na análise ergonômica. *Quanto aos meios*, a pesquisa é bibliográfica e documental, por ser um estudo de caso. A metodologia abrange uma abordagem quali-quantitativa por aceitar apresentar dados quantitativos para esclarecer alguns aspectos do assunto investigado. Para atingir o objetivo e com base na fundamentação teórico-empírica, foram constituídas questões norteadoras da pesquisa: características, limitações, caracterização da bibliografia, instrumento da coleta, crítica e apuração dos dados, bem como, relatos das operadoras que é de suma importância para desenvolvimento da análise e aprovação. Para [15], o estudo de caso, “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real”. Para prática AET, utilizou-se a metodologia do ciclo PDCA. Análises foram feitas em oito etapas PDCA para melhor organizar as atividades e chegar à causa da raiz do problema, segue:

1ª etapa: a identificação do problema e estabelecimento de metas (fase de planejamento);

2ª etapa: a observação do problema e a declaração (fase de planejamento);

3ª etapa: a análise do problema com auxílio de ferramentas de qualidade e ferramentas da ergonomia (fase de planejamento);

4ª etapa: a elaboração de plano de ação com ajuda ferramenta 5W2H (fase de planejamento);

5ª etapa: a execução do plano de ação (fase de fazer);

6ª etapa: a verificação da efetividade do plano de ação (fase de verificar);

7ª etapa: a padronização do novo procedimento operacional das ações que deram certas (fase de ação);

8ª etapa: a conclusão das ações que deram certas e que não derem proceder corretivamente sobre as diferenças (fase de ação);

Quanto aos materiais utilizados, com o objetivo de consolidar o embasamento teórico e prático, foram feitas levantamento de consultas bibliográficas de autores especializados, referentes à ergonomia, sistema melhoria contínua e sistema de qualidade. Para

apresentação de diagramas de situação do posto, utilizam-se folhas de avaliações de carga de Critério de Moore & Garg e de Critério do NIOSH. Para a prática de bloqueio de problemas se fez uso do plano de ação.

III.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como aplicar o método PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) para resolver problema ergonômico de linha de produção de caneta e aumentar a produtividade?

III.2 VARIÁVEIS DO PROBLEMA

O método PDCA, se bem aplicado, pode perfeitamente resolver qualquer problema em empresa de montagem de caneta, através de organização do posto de trabalho e melhoria nas tarefas para prevenção de lesões dos colaboradores, conseguindo aumento de produtividade de 20%.

IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo foi realizado junto a uma indústria de produtos papelaria, com 20 funcionárias de idade mínima de 19 e máxima de 29 anos. Onde todas as ações adotadas para a melhoria do posto de trabalho de embalagem foram baseados na NR-17. De acordo como havíamos comentado antes, o estudo será demonstrado por meio dos passos do PDCA, numa sequência de oito etapas:

IV.1 FASE - PLANEJAMENTO

1ª ETAPA - IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Em função de demanda de produção de canetas, se fazia necessário aumentar a produção de 1.000.000/dia para 1.200.000/dia, mas as funcionárias não estavam atingindo a produção em função de vários problemas. A situação foi averiguada, através de dados históricos das operadoras e levantamentos de informações. As queixas apresentadas pelas operadoras foram: 44 de queixas de cansaço nos membros superiores, 29 de cansaço nos membros inferiores, 18 de caixa de embalagem pesada, 11 de bandeja de caneta pressionando as coxas e 8 de dores nas costas. Diante da situação, estabeleceram-se metas e prazos: reduzir as queixas em 50% e aumentar a produção de canetas em 1.200.000/dia, num prazo até agosto/2014.

2ª ETAPA - OBSERVAÇÃO

Após a identificação do problema procurou-se conhecer as características do problema sob vários pontos de vista; coleta de opiniões, coleta de informações, análise do sistema homem-máquina-ambiente e coleta de dados. Para avaliar a situação atual foi realizado um trabalho de observação de postura e movimentos dos funcionários realizando sua atividade, bem como o mobiliário. Neste procedimento, representa o primeiro passo para a reformulação de um posto, detalhado logo a seguir. Através deste trabalho, observamos as causas dos problemas que contribuem possivelmente para o não desempenho de suas tarefas e, que por consequência o não cumprimento da produtividade:

Atividades em ritmo normal de trabalho:

1. Na tarefa de encher cartucho com canetas, a funcionária realiza *preensão palmar* da mão esquerda para segurar o cartucho e *enchê-lo* de caneta; *preensão palmar* (mão direita) na pega de caneta; *pronação* e *supinação* do antebraço direito, *flexão* da mão direita e *leve desvio ulnar*, para colocação das canetas dentro do cartucho. Observa-se que a mão esquerda fica em *preensão estática* enquanto que a mão direita realiza movimentos dinâmicos. Para posicionar o cartucho cheio na balança e conferir as quantidades de canetas, a funcionária realiza *abdução* e *flexão de braço esquerdo*. Atividade se repete se a quantidade de canetas não conferir na primeira pesagem.

2. Após a atividade de pesagem, a funcionária coloca o cartucho na caixa de embalagem e realiza *abdução* e *extensão do braço esquerdo*, a caixa está situada atrás da linha dos ombros dela. Assim, que a caixa fica cheia, a funcionária coloca-a na esteira, gerando *flexão de coluna* da operadora. A caixa cheia (embalada) tem peso bruto de 8.100 Kg, e este movimento se repete por volta, de 40 vezes, em média, durante um turno de 7h.

Mobiliário de trabalho:

1. 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 poplíteica*, possuem ajuste de altura de assento, mas não de altura e inclinação do encosto.

2. As bancadas de trabalho têm tampo de colocação de balança e tampo de colocação de caixa de papelão em angulações, o que proporciona boa visualização à funcionária e facilita a colocação dos cartuchos cheios, mas o encaixe da caixa está situado atrás da linha dos ombros da funcionária, o que a leva a realizar *extensão de braço*.

3. As bandejas onde as canetas são despejadas apresentam bordas arredondadas na parte superior que evita a compressão mecânica quando os antebraços nela se apoiam. Mas ainda que o ajuste da cadeira seja feito em relação a funcionária, observa-se que a funcionária não tem espaço suficiente na parte de abaixo da bandeja para posicionar as pernas, tendo suas *coxas pressionadas* pela borda inferior da bandeja.

3ª ETAPA - ANÁLISE

A análise iniciou-se das investigações das causas influentes baseada nas informações colhidas da etapa de observação. Para avaliarmos as situações das tarefas e classificá-las quanto ao risco de LER/DORT, utilizamos a ferramenta de Critério de Moore & Garg para avaliar a sobrecarga nos membros superiores, realizada na tarefa de encher cartucho, que classificou a tarefa de “alto risco”. Usamos a ferramenta de Critério de NIOSH para dimensionar o levantamento de carga realizada na tarefa de colocar caixa embalada na esteira, que classificou a tarefa de “risco moderado”. Para descobrir as prováveis causas do problema, iniciou-se a investigação com elaboração do Diagrama

de Causa e Efeito, com auxílio da ferramenta Brainstorming e parâmetros da ergonomia.

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 utilizamos a método 5W2H. O plano de ação figura 3 começa a ser posto em prática, com o propósito de alcançar objetivos traçado neste trabalho. Avisamos que as recomendações foram estudadas e baseadas na NR-17.

PLANO DE AÇÃO 5W2H							
Meta: Aumentar a produção em 1.200.000/dia até Agosto/2014.							
Meta: Reduzir em 50% as queixas das operadoras até Agosto/2014.							
Causa	O que fazer?	Quando?	Quem?	Por quê?	Onde?	Como?	Quanto custa?
Máquinas apresentam variações de velocidades. Os ciclos variavam: 135 a 160 canetas por min.	Ajustar o ciclo em 156 e informar aos mecânicos.	03/06/14	Nonato	Pl. proporcionar conforto e produtividade (Homem x máquina).	Máq.	Medindo o/ 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.	10/06/14	Vilma	Por ser ajustável a pessoa e por proporcionar conforto.	Forn. externo	Requerendo uma para teste.	300,00
Bandejas onde as canetas são despejadas não têm espaço suficiente p/ posicionar pernas das operadoras, tendo coxas pressionadas pela borda.	Confeccionar bandeja de inox, com alívio das pernas.	10/06/14	Vilma	Para evitar a compressão sob as coxas das operadoras.	Fornecedor externo	Conforme desenho.	350,00
Na tarefa de encher cartucho. Durante a pega do mapa de canetas a operadora p/ mantê-las em mãos disponibiliza de certa força, gerando <i>preensão palmar</i> , para encher o cartucho tem dificuldade de acomodá-las por ser justas as quantidades e organiza um mapa c/ tampas p/ cima e outra p/ baixo, gerando desvio mão-punho. As canetas saem da máq. em posição única e se organizam na bandeja da mesma forma.	1.Solicitar alteração da largura do cartucho e por consequência também da caixa de embalagem. 2.Solicitar a implantação de sistema de giro de canetas a cada 25 peças. 3.Treinar e educar a operadora a nova característica de tarefa.	10/06/14	Vilma / Albuquerque/Eliane	1.Para facilitar a colocação de canetas e dispensar menos força e tempo, minimizando a <i>preensão palmar</i> . 2.Para dispensar a ação de acomodar as canetas em posição alternada, eliminando a postura de desvio mão-punho. 3.Para desenvolver habilidade e conforto na realização de tarefa.	1.Forn. externo. 2.Máq. 3.Posto de embalagem.	1.Conforme desenho. Requerendo amostra p/ teste. 2.Através sensor contador. 3.Orientando e dando dicas de melhorias.	Cx.Cth: 0,00 Sistema de giro: 1.270,00 Treino: 0,00
Na tarefa de colocar cartucho na caixa, após a pesagem a operadora pega o cartucho e arma na caixa, gerando <i>preensão mão</i> devido à força aplicada e <i>abdução</i> e <i>extensão do braço esquerdo</i> devido à distância da caixa situada atrás da linha dos ombros e altura da mesa.	1.Comprar balança c/ com base menor. 2.Confeccionar mesa modelo da outra, mas comprimento ajustado a balança, posição cx. em linha ombros e pés c/ reg. de altura. 3.Ajustar mobiliário à postura da operadora. Treinar e educar a nova característica de tarefa.	18/06/14	Vilma	1.Para diminuir a distância da pega do cartucho e dispensa na caixa, minimizando a <i>preensão mão</i> . 2.A caixa em linha dos ombros, dispensa menos força e tempo, minimizando <i>abdução</i> e <i>extensão do braço esquerdo</i> . 3.Para desenvolver habilidade e conforto na realização de tarefa.	1.Forn. externo. 2.Forn. externo. 3.Posto de embalagem.	1.Pesq. e requerendo amostra p/ teste da mesa. 2.Requerendo uma para teste piloto. 3.Orientando e dando dicas de melhorias.	Balança: 1.000,00 Mesa: 300,00 Treino: 0,00
Na tarefa de colocar caixa embalada na esteira, na pega da caixa gera uma leve <i>flexão de coluna</i> da operadora para evitar futuros problemas, faz-se necessária tomada de ação mesmo o peso sendo inferior ao recomendado <23 kg.	1.A compra da mesa solução o problema. Ajustar altura mesa e esteira em relação postura da operadora. 2.Treinar e educar a nova característica de tarefa.	18/06/14	Vilma / Carlos/Eliane	1.Para melhorar a distância VM (piso e pega da caixa) e DM (origem da pega da caixa ao destino), minimizando <i>flexão de coluna</i> e menos força no despacho da caixa. 2.Para desenvolver habilidade e conforto na realização de tarefa.	1.Forn. externo. 2.Posto de embalagem.	1.Ajuste através de parafusos nos pés da mesa e esteira. 2.Orientando e dando dicas de melhorias.	0,00

Figura 3: Plano de Ação 5W2H. Fonte: Autores, 2016.

IV.2 FASE - FAZER (DO)

5ª ETAPA – EXECUÇÃO

Nesta fase, consistir em executar o que foi planejado no plano de ação é importante o comprometimento das partes responsáveis pela parte de execução do plano de ação, que estejam cientes da mudança e treinados para executar as suas atividades.

IV.3 FASE - CONTROLAR (CHECK)

6ª ETAPA – VERIFICAÇÃO

Nesta fase, verifica-se a efetividade do plano de ação, com nova avaliação das tarefas utilizando as mesmas ferramentas. Os resultados foram satisfatórios, as tarefas foram classificadas de baixo risco, conforme mostram os relatórios, figuras 4 e 5.

Índice de Moore e Garg				
POSTO:	Máquina 1006 - Cristal	AUDITOR:	Elaine Santos	
TAREFA:	Encher Cartucho	DATA:	08/08/2014	
Classificação	Caracterização	Mult.	Enc.	Observações
Intensidade do esforço (FIT)				
Leve	Tranquilo	1.0	1,0	
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0		
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		Prensão palmar p/ sustentar o
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		maço de canetas e encher o
Próx. máximo	Usa tronco e membros	13.0		cartucho
Duração do Esforço (FDE)				
< 10% do ciclo		0.5	X	
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5	1,5	Ciclo = 120 seg
50-79% do ciclo		2.0		Duração do esforço = 4,5 seg
> 80% do ciclo		3.0		
Frequência do Esforço (FFE)				
< 4 por minuto		0.5	X	
4 - 8 por minuto		1.0	1,0	
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
Postura da Mão-Punho (FPMP)				
Muito boa	Neutro	1.0	X	
Boa	Próxima do neutro	1.0	1,0	
Razoável	Não neutro	1.5		
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 80%	1.0	X	
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0		
Rápido	100-115% (apertado porém acompanha)	1.5	1,5	
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompanha)	2.0		
Duração do trabalho (FDT)				
=< 1 hora por dia		0.25	X	
1-2 horas por dia		0.50		
2-4 horas por dia		0.75		
4-8 horas por dia		1.0	1,0	
> 8 horas por dia		1.5		
ÍNDICE (FITx FDEx FFEx FPMPx FRTx F) = 2,25				
Interpretação: < 3.0 Baixo Risco				
3.0 - 7.0 Duvidoso				
> 7.0 Alto Risco				
RESULTADO: RISCO BAIXO				

Figura 4. Avaliação de Critério Moore & Garg. Fonte: Autores, 2016.

CRITÉRIO DE NIOSH PARA LEVANTAMENTO DE CARGAS				
Posto: Motagem de canetas		Auditor: Eliana Santos		
Tarefa: Colocar caixa na esteira		Data: 08/08/2014		
RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM				
Carga	LC	23 kg	Peso máximo recomendado => 23	
Distância do indivíduo à carga	HM	(25 / H)	H>=25	X
Distância do local de pega ao chão	VM	1 - (0,003 x V - 75)	H<63	H = 56 0.45
Distância vertical da origem ao destino	DM	0.82 + (4.5 / D)	V<175	V = 74 1.00
Ângulo de Rotação lateral do tronco	AM	1 - (0.0032 x A)	D>=25	D = 26 0.99
Frequência de levantamento / min	FM	Tabela 4	D<175	D = 26 0.99
Qualidade da Pega	CM	Tabela 5	A<135	A = 0 1.00
				F = 0.2 0.85
				Pega: Razoável 0.95
				= 8.27
				RWL (Peso Recomendado): 8.27
				L (Peso real do Objeto): 8.1
				LI (Índice de Levantamento): 8.10
				8.27
				LI < 1 Baixo Risco
				1 <= LI < 2 Risco Moderado
				LI >= 2 Alto Risco
				LI = 0.98
				Classificação do Posto: BAIXO RISCO
				Torção do tronco "AM"

Figura 5. Avaliação de Critério NIOSH. Fonte: Autores, 2016.

Os benefícios de todo este trabalho foram para ambas as partes, empresa e funcionários. Para os funcionários: a redução de força na execução da atividade; o conforto na postura para realização do trabalho; a prevenção de futuras lesões; a organização e melhoria no posto de trabalho; o aumento de produtividade; a capacitação de desenvolver o trabalho e a qualidade no produto. Para a empresa: o aumento de produtividade em 4.875.000/mês ou refere-se a 20 %; o aumento das vendas em R\$ 4.631.250,00/mês; a organização e melhoria no posto de trabalho; a prevenção de lesões nos funcionários, capacitação de funcionários e qualidade no produto.

IV.4 FASE - AÇÃO (ACTION)

7ª ETAPA – PADRONIZAÇÃO

Está é uma etapa para o caso de metas alcançadas. Adotamos como padrão o planejamento e formalização o novo procedimento de operação. A comunicação da nova sistemática foi para todos os funcionários envolvidos no processo.

8ª ETAPA – CONCLUSÃO DO PDCA

A prática do método PDCA definida com sequências de atividades e percorrida de maneira cíclica permitiram um real aproveitamento

AET. Os resultados comprovam a situação. A etapa deve-se 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, caso necessário.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego do método PDCA, deu consistência ao trabalho relacionado à ergonomia. Os males atribuídos ao levantamento de carga e sobrecargas nos membros superiores das funcionárias foram classificados de “baixo risco”.

A eficiência e eficácia da ergonomia deram-se através da aplicação das ferramentas de Moore & Garg (avaliação de sobrecarga aos membros superiores) e Equação de NIOSH (avaliação de levantamento de cargas), que permitiram 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 das condições ergonômicas; indicar potenciais de racionalização; determinar os padrões de tempo para apropriar devidamente a mão-de-obra, 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 produção de canetas, obteve êxito no plano de ação que se propôs a pôr em prática, tornando-se, portanto eficiente e eficaz na sua prática.

VI. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao PPGEPI do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará (ITEC-UFPA) pelo apoio financeiro a pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). 9ª ed. Belo Horizonte: Tecnologia e Serviços, 2014.
- [2] IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção**. 2ª ed. Revista e ampliada, São Paulo: Blucher, 2005.
- [3] 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.
- [4] IEA – INTERNACIONA ERGONOMICS ASSOCIATION. Disponível em: <<http://www.iea.org.br/whatisergonomics.htm>>. Acesso em 28 out. 2015.

- [5] ABERGO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/oqueergonomia.htm>>. Acesso em 28 out. 2015. 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.
- [6] COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia do corpo e do cérebro no trabalho**. Belo Horizonte: Ergo, 2014.
- [7] COUTO, H. A de. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 Lições**. Belo Horizonte: Ergo, 2002.
- [8] 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.
- [9] MOORE, Js., Garg A., **The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders**, “Am. Ind. Hyg. Association Journal”, 1995: 56; 443-458.
- [10] VIEIRA, J. **Manual de ergonomia**. Manual de Aplicação da NR-17(conforme publicação oficial do ministério do trabalho). 2ª ed., São Paulo: Edipro, 2014.
- [11] MARANHÃO, M. **ISO série 9000: versão 2008: Manual de implementação: o passo-a-passo para solucionar o quebra-cabeça**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011.
- [12] AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG, 2012.
- [13] MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [14] VERGARA, S. C. **Método de pesquisa em Administração**. São Paulo. SP. Atlas, 2010.
- [15] YIN, K. R. **Estudo de caso**. Planejamento e método. 5ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2015.