

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

VILMA REGES TAMIOKA DE LIMA; JANDECY CABRAL LEITE^{1,2};
JOSÉ ANTONIO DA SILVA SOUZA¹

1 – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS (PPGEP-ITEC-UFPA) DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (PPGEP-ITEC-UFPA);

2 – INSTITUTO DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO GALILEO DA AMAZÔNIA (ITEGAM)

vreges@hotmail.com, jandecy.cabral@itegam.org.br, jass@ufpa.br

Resumo - 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 o trabalho e o homem, sob o ponto de vista dos movimentos músculos - esqueléticos e as suas consequências. O objetivo do estudo é descrever o processo de análise ergonômica do posto de trabalho de embalagem de canetas, utilizando ferramentas de avaliação de critério de NIOSH e Moore & Garg, reduzindo queixas de cansaço relacionadas à tarefa e melhorando a produtividade. A metodologia aplicada à pesquisa é bibliográfica, de natureza quali-quantitativa, com observação participante, com a utilização do método PDCA para direcionar a AET e solucionar problemas com a ajuda de técnicas de brainstorming, gráfico de ishikawa e de 5W2H e de ferramentas de critério de NIOSH e Moore & Garg para quantificar a tarefa quanto ao risco de sobrecarga aos membros dos funcionários. Adotou-se o ciclo PDCA por ser um método de gerenciamento plenamente executável e, quando posto em prática, com eficiência em sua forma operacional, soluciona qualquer problema da empresa. Os resultados foram satisfatórios com o emprego do método PDCA, que através da reavaliação das tarefas com utilização das ferramentas NIOSH (análise de levantamento de carga da tarefa de colocar caixa na esteira) e Moore & Garg (análise de sobrecarga nos membros superiores da tarefa de encher cartuchos com canetas), potencializaram as tarefas de baixo risco quanto ao aparecimento de LER/DORT no posto de trabalho de embalagem de canetas.

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

I. 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 superação de metas, que são algumas das características da competitividade no mercado de hoje. A ergonomia tem evoluído de forma significativa ao longo de 50 anos; consolidou-se como uma disciplina própria para estudar as interações homem-objeto, aplicando os conhecimentos da ciência, da engenharia, bem como design, tecnologia e gestão de sistemas humanos. Sua definição, de acordo com Iida (2005), 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.

Segundo Campos (2006), um princípio importante na aplicação da ergonomia recomenda que os equipamentos, máquinas, sistemas e tarefas devem ser projetados para uso coletivo. Então, seja ela em qualquer situação, exige maior conhecimento e experiência, porque as decisões são tomadas com base em situações hipotéticas, ainda sem uma existência real.

Atualmente, o homem procura a perfeição nos objetos, nos mecanismos, nas máquinas e equipamentos, nos processos de inovação e de produção, dentre outros. A busca da perfeição leva a caminhos (métodos), os quais conduzem às técnicas (procedimentos mais específicos). Sabe-se que para obter resultados e atingir metas cada vez mais desafiadoras, uma das metodologias utilizadas nas indústrias, de acordo com Aguiar (2002), é o ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir), um recurso de programas da qualidade, que consiste no plano de melhoria, em sua forma mais operacional, um método de solução de problemas, um recurso de planejamento estratégico.

O presente estudo tem como objetivo descrever o processo de análise ergonômica do posto de embalagem de canetas, utilizando ferramentas de avaliação de critério de NIOSH e Moore & Garg, reduzindo queixas de cansaço relacionadas à tarefa e melhorando a produtividade.

O estudo é de suma importância para as indústrias que buscam atender e até superar as expectativas dos clientes, bem como atingir a excelência operacional através de prática de gestão de qualidade, PDCA. A proposta reverte-se em resultados de desempenho conforto e produtividade, gerando benefícios para ambas as partes, empresa e trabalhador. A relevância social está relacionada aos benefícios do consumidor que ganha em qualidade do produto que adquire, do trabalhador que ganha saúde e conforto na realização de suas tarefas e produtividade. Enfim, ressaltar-se que o método ergonômico adotado para melhoria do posto de trabalho de embalagem de canetas, foi baseado na Norma Regulamentadora 17. Assim, estudamos

as situações reais de trabalho, antes de propor as melhorias no processo.

II. ERGONOMIA NA PERFORMANCE DO SISTEMA PRODUTIVO

A ergonomia surgiu logo após a II Guerra Mundial, como consequência do trabalho interdisciplinar realizado por vários profissionais, como engenheiros, fisiologistas e psicólogos. Durante aquela guerra, sua aplicação era somente para resolver problemas causados pela operação de equipamentos militares, os resultados destes esforços foram aproveitados na indústria com foco no homem - máquina (BART, 1978).

Hoje, a ergonomia é bem mais abrangente. Segundo Iida (2005), estuda-se homem, máquina e materiais interagindo continuamente entre si, na realização de um trabalho. Sua aplicação, na indústria, contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações, feitas através de aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e melhoria das condições de trabalho. O aprimoramento do sistema homem-máquina-ambiente pode ser feito na fase de projeto de máquinas, equipamentos e postos de trabalho, como também em sistemas existentes, somente adaptando-os às capacidades e limitações do organismo humano.

Dul e Weerdmeester (2012), definem a ergonomia 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”. Portanto, ela envolve atividades de planejamento e projeto, que ocorrem antes de serem realizados, bem como o controle e a avaliação durante e após a implementação.

A análise ergonômica do trabalho (AET), segundo Iida (2005), visa a aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho. Diagnosticar é procurar encontrar as causas que geram o problema. A área da ergonomia aplicada ao trabalho, de acordo com Leão (2000), é a Biomecânica Ocupacional, por analisar as interações entre o trabalho e o homem, sob vários pontos de vista. 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.

De acordo com Couto (2002), 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 o risco do trabalho. No estudo utilizou-se a ferramenta de Critério de Moore & Garg e a Equação do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH).

Utilizou-se a ferramenta de critério de Moore & Garg (1995) por dimensionar o índice de sobrecarga nos membros superiores e classificá-lo quanto ao risco de LER, que de forma bem prática dimensiona a tarefa, através da multiplicação de seis fatores, conseguido da formulação

abaixo, com a determinação de cada fator conforme mostra a figura 1:

FIE x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT

FIE – FATOR INTENSIDADE DO ESFORÇO		
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	MULTIPLICADOR
Leve	Tranquilo.	1,0
Algo pesado	Percebe-se algum esforço.	3,0
Pesado	Esforço nítido, sem mudança de expressão facial.	6,0
Muito pesado	Esforço nítido, muda à expressão facial.	9,0
Próx. 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
= ou > 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 DURACAO 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.

Figura 1 - Fatores de Critério de Moore & Garg.
Fonte: Moore, 1995

Após a definição de todos os fatores (FIE x FDE x FFE x FPMP x FRT x FDT) procede-se ao cálculo, que nada mais é do que a multiplicação dos seis fatores. O resultado da multiplicação compara-se com o critério de interpretação (citado acima na figura 1). Assim, a ferramenta avalia a situação da tarefa (trabalho) e classifica quanto ao risco de LER, que, de acordo com critério de interpretação, quanto mais se distanciar do valor de sete, maior o risco.

Utilizou-se a equação de NIOSH (1994), porque, ela calcula o peso máximo recomendável na manipulação manual de carga e evitar o risco de sofrer de lombalgia, devido a essa manipulação. Para Payman (2014), a coluna é a parte do corpo mais lesionada. Esta lesão aparece por resultado de esforço repetitivo, ou por fatores como empurrar ou puxar cargas, posturas inadequadas, e forças e vibrações em todo o corpo, por postura estática, prolongado período de trabalho sentado e traumas diretos sobre as costas.

A equação foi desenvolvida pelo comitê NIOSH, 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 (VIEIRA, 2014).

Então, o grupo NIOSH estabeleceu que, para uma situação qualquer de trabalho de levantamento manual de carga, existe um limite de peso recomendado (LPR), em inglês (RWL), cuja fórmula é dada abaixo. O cálculo é determinado a partir do quociente dos setes fatores, conseguidos de parâmetros explicados na figura 2. Através da multiplicação desses sete fatores, encontra-se o peso recomendado (RWL). Uma vez encontrado o peso, compara-se o valor deste com a carga real da tarefa, obtendo-se o índice de levantamento (LI), que é a relação entre o peso do objeto da tarefa e o (RWL), representado pela equação abaixo. O LI é o termo que fornece o nível de estresse físico da tarefa.

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

$$LI = \frac{\text{Peso do objeto levantado (8.100 Kg)}}{\text{Limite de peso recomendado (Resultado da multiplicação dos fatores)}} = \frac{L}{RWL}$$

FATOR	PENALIDADE	DETALHAMENTO
LC: 23 kg.	> 23 kg.	LC= carga constante recomendável. Considerando posição sem torções do dorso.
HM: (25 / H)	H >= 25 H < 63	H= distância horizontal entre indivíduo e a carga, consultar a figura 3.
VM: (1- 0,003 x [V - 75])	V < 175	V= distância vertical entre mãos e o piso. Ver a figura 3.
DM: (0,82 + (4,5 / D))	D >= 25 D < 175	D= deslocamento vertical da origem da pega ao destino da tarefa, consultar fig.3.
AM: 1 - (0,0032 x A)	A < 135	A= ângulo de assimetria, med. frontal do trabalhador e o objeto, início e término da tarefa, em graus. Ver a figura 3.
FM: Tabela 1		F= frequência média de levantamento/min. Multiplicador é definido pelo nº de levantamento (duração) e a distancia vertical do objeto para piso.
CM: Tabela 2		C= qualidade da pega. Para identificação, consultar a tabela 2, na qual são cruzadas as variáveis de altura da carga.

Figura 2 - Parâmetros de levantamento de cargas
Fonte: Vieira, 2014

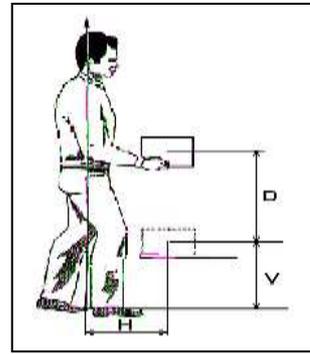


Figura 3 - Fatores de carga considerados na equação de NIOSH
Fonte: Vieira, 2014

Tabela 1 - Multiplicador de frequência de Levantamento (FM).

Frequência Carga/ min.	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: Vieira, 2014

Tabela 2 - Qualidade da pega

BOA	RAZÓAVEL	POBRE
1.Recipientes com desenho ótimo e com local para pega.	1.Recipientes com 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 pega "RAZÓAVEL" 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	Vc < 75 cm	Vc > 75 cm
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Pobre	0,90	0,90

Fonte: Vieira, 2014

Por fim, encontrado o valor de LI, julga-se o valor, se o LI < 1 = Baixo Risco; 1 <= LI < 2 = Risco Moderado e se LI >= 2 = Alto Risco. Pode-se dizer que se for de baixo risco, a chance de ter lesão será mínima e o trabalhador estar em situação segura; se for de risco moderado, aumenta-se o risco e se for de alto risco, aumentado o risco de lesões da coluna e do sistema musculo ligamentar.

III. ERGONOMIA-NORMA REGULAMENTADORA 17

Os conhecimentos em ergonomia no Brasil foram documentados na NR-17, Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990. De acordo com Vieira (2014), a norma visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das

condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, ou seja, conceber uma tarefa que se adapte ao trabalhador, e não forçar o trabalhador a adaptar-se à tarefa de modo que proporcione um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Portanto, a palavra conforto, aqui, merece um destaque, pois se propõe a estudar medidas de conforto no que diz respeito à máquina, ao homem e ao ambiente, a fim de produzir um melhor rendimento no trabalho. A regulamentação em segurança e saúde no trabalho diz respeito a limites de tolerância que podem ser medidos de maneira direta e concreta, tornando-se indispensável a expressão do trabalhador. Assim, tanto para se começar a investigação como para solucioná-la se faz necessária a participação do trabalhador. Desse modo, a ergonomia surge para colocar o trabalhador como agente de transformações.

No subitem 17.1.1 da norma regulamentadora 17 consta sobre as condições de trabalho que incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho.

O levantamento manual de cargas ainda é necessário em várias empresas, apesar da automatização. Este é uma das maiores causas das dores nas costas de muitos trabalhadores. Existem muitas tarefas envolvendo levantamento de cargas que não satisfazem aos requisitos ergonômicos. No subitem 17.2 da norma, inclui um quadro estabelecendo a carga máxima para o levantamento tendo como critério a idade do trabalhador adulto, jovem e adolescente aprendiz e ainda o gênero e a frequência do trabalho. Na prática, se for constatado agressão à saúde e à segurança do trabalhador (exemplo, lombalgias), o subitem 17.2.2 respalda a situação claramente que não deve ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, cujo peso seja suscetível de comprometer a saúde e segurança do trabalhador.

O mobiliário do posto de trabalho deve ser concebido com regulagens que permitam ao trabalhador adaptá-lo às características de altura, peso, comprimento das pernas etc., conforme consta no subitem 17.3. O aconselhado é que o mobiliário permita uma regulagem que atenda pelo menos 95% da população em geral.

De acordo com subitem 17.4 da norma, os equipamentos do posto de trabalho devem ser adequados às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado, ou melhor, os equipamentos devem facilitar a execução da tarefa. Por exemplo, se um painel de controle é colocado em posição excessivamente alta em relação ao trabalhador, pode-se exigir que o painel seja colocado na altura dos olhos; outro exemplo, se um comando exige excessiva abdução do membro superior e elevação do ombro, pode ser mudado de modo a permitir a posição neutra entre um acionamento e outro.

No subitem 17.6 consta que a organização do trabalho deve ser adequada às características psicofisiológicas do trabalhador e à natureza do trabalho a ser executado. Segundo Vieira (2014), organizar é colocar uma certa ordem num conjunto de recursos e fazer deles um instrumento ou uma ferramenta a serviço de uma vontade que busca realização do projeto. Deste modo, a NR-17, assim como todas as outras normas, não aponta soluções para todas as

situações. O objetivo dela é estabelecer parâmetros e diretrizes mínimos para adequação das condições de trabalho dos operadores, visando à prevenção dos problemas de saúde e segurança relacionados ao trabalho.

IV. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO - CICLO PDCA

As indústrias estão cada vez mais empenhadas na criação de um dinamismo facilitador para a evolução da produtividade que otimizem o tempo e o alcance de suas metas. Nesse contexto, os fatores de importância e influência são PDCA por ser método rápido e eficaz na solução de problemas, e a ergonomia por ser capaz de dar sustentação positiva às formas modernas de administrar a produção. Para Abramczuk (2004), a palavra método literalmente significa *ordenação do caminho*. A ideia subjacente é a da ordenação do caminho com vistas a alcançar um objetivo. Já o método científico é a ordenação dos procedimentos de investigação com vistas a buscar um conhecimento científico.

O PDCA é uma metodologia que tem como função básica *ordenação do caminho* para o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil à solução de problemas. Poucos instrumentos se mostram tão eficientes na busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados. Portanto, ele vem ajudando as pessoas e as indústrias a estruturar o pensamento, a ordenar esforços e a planejar todo tipo de projeto ou mudança, dos pequenos aos grandes e dos simples aos complexos (AGUIAR, 2002).

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 de quatro fases básicas de controle: planejar (P), executar (D), avaliar (C) e atuar corretivamente (A). Segundo Campos (2004), os termos no Ciclo PDCA têm o seguinte significado:

A primeira etapa de *planejamento* consiste em estabelecer metas sobre os itens de controle, estabelecer a maneira (o caminho, o método) para atingir as metas propostas. A segunda etapa de *execução* incide em executar as tarefas, exatamente como previstas no plano. Nesta etapa, é essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento. A terceira etapa de *verificação* refere-se a medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o que foi executado e o que foi planejado, ou seja, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada. A quarta etapa de *atuação corretiva* esta é a etapa na qual o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo, que o problema nunca volte a ocorrer. Por fim, o ciclo PDCA segue uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para solução ou melhorias de atividades. Sua aplicação melhora o desempenho do trabalho, a qualidade do produto e a produtividade. Em consequência, há redução de custos, melhorando a competitividade da empresa.

V. PLANEJAMENTO PARA A PRÁTICA DA QUALIDADE

Segundo Paladini (2010), o planejamento consiste em uma importante tarefa de gestão e administração, que está relacionada com a preparação, organização e estruturação de um determinado objetivo. Portanto, é essencial para a prática da qualidade. A qualidade é a melhor segurança na obtenção da fidelidade do consumidor, é a defesa mais poderosa contra a concorrência e o único caminho para crescimento e ganhos sustentados. De acordo com Aguiar (2002), 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. No estudo, utilizou-se as ferramentas: Brainstorming; Diagrama de Ishikawa e Plano de ação (5W2H):

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.

Diagrama de Ishikawa, por ser uma técnica simples e eficaz, propõe investigar, identificar, organizar e apresentar de modo estruturado as causas prováveis de um problema específico. Ele concebe a relação entre o efeito (problema) e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para o efeito (problema). As causas são agrupadas em famílias para facilitar a sua análise.

O diagrama foi desenvolvido através da ideia de fazer as pessoas pensarem sobre as causas e possíveis razões que fazem com que um problema ocorra. Por isso, os problemas estudados, por meio do diagrama, são enumerados geralmente como uma pergunta, “por que ocorre este problema?” ou “quais as causas deste problema?”. Eles são classificados em seis tipos diferentes de causas, que são: o método (utilizado para executar o trabalho), a máquina (que pode ser a falta de manutenção ou operação errada da mesma), a medida (as decisões sobre o processo), o meio ambiente (qualidade ou não do ambiente corporativo), a mão de obra (o nível de qualificação do executor do processo) e o material (baixo nível de qualidade de matéria prima usada no processo). Assim, o diagrama se trata de uma ferramenta prática que auxilia a análise de causa em avaliação de não conformidade nos processos de uma indústria.

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.

VI. MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto aos materiais, com o objetivo de consolidar o embasamento teórico e prático, se fez necessário o levantamento de consulta a bibliografias de autores especializados, referentes a ergonomia, sistema melhoria contínua e sistema de qualidade; apresentação de diagrama de situação do posto de embalagem (através de fotografias, Folha de Avaliação de Carga de Critério de Moore & Garg, Folha de Critério do NIOSH). A implementação do plano de ação do trabalho ergonômico, foi evidenciada por meio da nova Avaliação de Carga (uso das mesmas ferramentas e dados comparativos). Quanto aos métodos utilizou-se a sistemática de (Vergara, 2010), que propõe dois critérios fundamentais: quanto aos fins e meios.

Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, 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 de saúde (queixas) relacionados à ergonomia e, por consequência, aumento da produtividade.

Quanto aos meios, a pesquisa é bibliográfica e documental, por tratar-se de um estudo de caso. A metodologia inclui uma abordagem quali-quantitativa por permitir apresentar dados quantitativos para esclarecer alguns aspectos da questão investigada. 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. O conhecimento da operadora em relação à tarefa é essencial para análise ergonômica, bem como na ajuda para a solução de problemas. O Estudo de Caso, de acordo com Yin (2010), “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real”. Assim, é adequado: explorar situações da vida real do processo de embalagem de canetas; descrever a situação do contexto em que está sendo feita a investigação; explicar as variáveis causais do fenômeno em situações diversas. Para implementação da análise ergonômica, utilizou-se a metodologia do ciclo PDCA, apresentada em oito etapas conforme mostra a figura 4, para facilitar a prática da melhoria e organizar as ferramentas para chegar à causa, raiz do problema.

Fase	Etapas	Detalhamento
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. Análise	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.
Fazer	5. Execução	Executar o trabalho planejado.
Verificar	6. Verificação	Verificação da efetividade da ação de bloqueio. Reavaliando o processo e expor a situação.
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.

Figura 4 - Planilha PDCA para Melhorias

VII. 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?

VIII. 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 80%.

IX. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo foi realizado em uma indústria de produtos à base de plásticos, um produto de consumo popular. As informações contidas no trabalho foram realizadas juntamente com as funcionárias que realizam a operação. Amostral de 20 funcionárias, com idade mínima de 19 e máxima de 29 anos. Os métodos adotados para a melhoria do posto de trabalho foram baseados na NR-17. O trabalho será demonstrado por meio da implementação do método PDCA, por meio da sequência de oito etapas, conforme detalhadas abaixo para um real aproveitamento dos processos gerados na empresa:

9.1 Primeira Fase – Planejamento

9.1.1 Identificação do problema

O processo de manufatura não estava cumprindo a produção diária de 1.200.000 canetas por dia, a produção em média era de 1.000.000. Era necessário atingir a produção em função da demanda de produção de *canetas*. Sabe-se que, na indústria, a produção limita-se na capacidade de máquina x homem. As operadoras não estavam atingindo a meta de produção por vários problemas (queixas). A situação foi averiguar, através de dados históricos, por um período de uma semana. Os resultados foram: 44 queixas de cansaço nos membros superiores, 29 de cansaço nos membros inferiores, 18 de caixa de embalagem pesada, 11 queixas de bandeja de caneta que estão pressionando as coxas e 8 de dores nas costas. Estabeleceram-se metas e prazos: reduzir as queixas em 50% e aumentar a produção de canetas 1.200.000/dia, num prazo até agosto/2014.

9.1.2 Observação

Nesta fase, procurou-se conhecer as características do problema sob vários pontos de vista. Primeiramente, foi realizado um trabalho de cronometragem em todas as máquinas para saber a velocidade. Foi constatado que as máquinas não estavam em um único ciclo. Depois, foi realizada a observação dos movimentos das tarefas, bem como o mobiliário, que representa o primeiro passo para a reformulação de um posto (abaixo, descrição detalhada). 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:

- *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.

Na tarefa de encher cartucho com canetas, a operadora realiza preensão palmar (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. Nesta atividade, 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 operadora realiza *abdução e flexão de braço esquerdo*. Esta atividade se repete se a quantidade de canetas não conferir na primeira pesagem.

Após a atividade de pesagem, a operadora 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 da operadora. Quando a caixa estiver cheia, a operadora coloca-a na esteira, gerando *flexão de coluna* da operadora. 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.

- *Mobiliário de trabalho*

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

As bancadas de trabalho possuem tempo de colocação de balança e tempo de colocação de caixa de papelão em angulações, o que proporciona boa visualização à operadora e facilita a colocação dos cartuchos cheios, porém está situada atrás da linha dos ombros da mesma, o que a leva a realizar *extensão de braço*.

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

9.1.3 Análise

Nesta fase iniciaram-se as investigações das causas importantes fundamentadas da etapa de observação. Utilizou-se a ferramenta de Critério de Moore & Garg para dimensionar a sobrecarga nos membros superiores, realizada na tarefa de encher cartucho, classificada de “Alto Risco”. Usou-se a ferramenta de Critério de NIOSH para dimensionar o levantamento de carga realizada na tarefa de colocar caixa embalada na esteira, classificada de “Risco Moderado”. Foi verificada que a utilização de capacidade da linha de produção é 82%. Para encontrar as possíveis causas dos problemas foi elaborado o Diagrama de Causa e Efeito com auxílio da ferramenta Brainstorming.

9.1.4 Plano de ação

Para elaboração do Plano de Ação, utilizamos a ferramenta 5W2H, que através de setes perguntas, foi possível bloquear as causas dos problemas. Ressalta-se que antes de se encomendar uma máquina ou equipamento, procura-se estudar o impacto ergonômico sobre pessoas. Segue:

1°. Problema: Máquinas com variações de velocidades. *O que fazer?* Ajustar o ciclo em 156 e informar aos mecânicos. *Quando?* 03.06.14. *Quem?* Raimundo. *Por quê?* Para proporcionar conforto e produtividade (máquina x Homem). *Onde?* Máquina. *Como?* Com ajuda de tacômetro. *Quanto custa?* 0,00.

2°. Problema: Cadeiras não possuem regulagem de altura e inclinação do encosto, causa má postura. *O que fazer?* Comprar cadeira ergonômica em conformidade com NR-17. *Quando?* 10.06.14. *Quem?* Vilma. *Por quê?* Por ser ajustável à pessoa. *Onde?* Fornecedor externo. *Como?* Fazendo cotação de preço e requerer uma para teste. *Quanto custa?* 300,00 a unidade.

3°. Problema: Bandejas onde as canetas são despejadas não têm espaço suficiente para posicionar as pernas das operadoras, tendo as coxas pressionadas pela borda. *O que fazer?* Confeccionar bandeja de inox, com alívio das pernas. *Quando?* 10.06.14 *Quem?* Vilma. *Por quê?* Para evitar a compressão sob as coxas. *Onde?* Fornecedor externo. *Como?* Conf. Desenho *Quanto custa?* 350,00 a unidade.

4°. Problema: Na tarefa de encher cartucho. As canetas produzidas saem da máquina em única posição. Durante a pega do maço de canetas para mantê-las em mão disponibiliza de certa força, gerando prensão palmar, para encher o cartucho, este por ser justo, organiza-se um maço com tampas para cima e outro de tampas para baixo, gerando o desvio mão-punho. *O que fazer?* 1. Solicitar a implantação de dispositivo de giro de canetas a cada 25 peças. 2. Solicitar alteração na largura do cartucho e por consequência também da caixa de embalagem. 3. Treinar e educar a operadora à nova característica da tarefa. *Quando?* 18.06.14. *Quem?* Vilma/Albuquerque/Eliana *Por quê?* 1. Com as canetas em posições alternadas, dispensa-se a ação de colocá-la sem posição diferente, eliminando a postura de desvio mão-punho. 2. Cartucho mais largo facilita colocação de caneta, dispensa menos força e tempo e minimiza a *prensão palmar*. 3. Para desenvolver habilidade e conforto na realização de tarefa. *Onde?* 1. Na máquina. 2. Fornecedor externo. 3. No posto de embalagem. *Como?* 1. Através de contador acionado por sensor. 2. Conf. desenho e requerer amostra p/ teste. 3. Orientando e dando dicas de melhorias. *Quanto custa?* Embalagens = 0,00. Dispositivo = 1.270,00 por máquina.

5°. Problema: Na tarefa de colocar caixa embalada na esteira, gera uma leve flexão de coluna da operadora. Mesmo sendo considerada de risco moderado, faz-se necessária a tomada de ação para evitar futuros problemas. *O que fazer?* 1. Confeccionar mesa do mesmo modelo da outra, mas com regulagem de altura nos pés. Ajustar a altura da mesa e a esteira em relação à postura da operadora. 2. Treinar e educar a operadora à nova característica de tarefa. *Quando?* 18.06.14 *Quem?* Vilma/José Carlos/Eliana. *Por quê?* 1. Os ajustes para melhorar a distância VM (piso e

pega da caixa) e DM (origem da pega da cx. ao destino), minimizando *flexão de coluna* e força no despacho da caixa. 2. Para desenvolver habilidade e conforto na realização de tarefa. *Onde?* 1. Fornecedor externo. 2. No posto de embalagem *Como?* 1. Regulagem de altura mesa através de parafusos nos pés. 2. Orientando e dando dicas de melhorias. *Quanto custa?* 0,00.

9.2 Execução (DO)

Nesta fase, será executado o que foi planejado no plano de ação. É de suma importância o comprometimento de todas as pessoas responsáveis, pela execução do plano.

9.3 Verificação (Check)

Nesta fase, verifica-se a efetividade do plano de ação, com nova avaliação das tarefas, utilizando as mesmas ferramentas. Comparar com a meta desejada. Os resultados foram satisfatórios, conforme mostra as figuras 5 e 6.

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	Transtato	1,0	1,0	
Médo	Percebe-se algum esforço	2,0		
Pesado	Esforço nítido, sem expressão facial	6,0		
Muito Pesado	Esforço nítido, muda a expressão facial	9,0		
Próx. máximo	Usa tronco e membros	13,0		
Duração do Esforço (FDE)				
= 10% de ciclo		0,5	X	
10-20% de ciclo		1,0		
30-40% de ciclo		1,5	1,0	Ciclo = 120 seg.
50-70% de ciclo		2,0		Duração do esforço = 4,5 seg.
= 80% de 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	Neutra	1,0	X	
Bom	Próximo do neutro	1,0	1,0	
Razoável	Não neutro	1,5		
Mau	Desvio nítido	2,0		
Muito mau	Desvio próximo do máximo	3,0		
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 20%	1,0	X	
Lento	21-30%	1,0		
Razoável	31-100%	1,0		
Rápido	100-115% (apertado porém acompaña)	1,5	1,0	
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompaña)	2,0		
Duração do trabalho (FDT)				
=< 1 hora por dia		0,25	X	
1-2 horas por dia		0,50		
3-4 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 FDT) =				2,25
Interpretação:				
< 3,0 Baixo Risco				X
3,0 - 7,0 Duvidoso				
> 7,0 Alto Risco				
RESULTADO				RESULTADO

Figura 5 - Avaliação de Critério Moore & Garg

CRITÉRIO DE NIOSH PARA LEVANTAMENTO DE CARGAS

Posto: Auditor:
Tarefa: Data:

RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

Carga Constante	LC	23 kg	Peso máximo recomendado	
Distância do indivíduo à carga	HM	(25 / N)	H=25	X
Distância do local de pega ao chão	VM	1 - (0.003 x V - 75)	H=63	H = 57
Distância vertical da origem ao destino	DM	0.82 + (4.5 / D)	V=175	V = 74
Ângulo de Rotação lateral do tronco	AM	1 - (0.0032 x A)	D=25	D = 25
Frequência de levantamento / min	FM	Tabela 1	D=175	D = 25
Qualidade da Pega	CM	Tabela 2	A=135	A = 0
			F=2	F = 0.2
			Pega: <input type="text" value="Raciável"/>	X
				0.95
			RWL (Peso Recomendado):	0.99
			L (Peso real do Objeto):	8.1
			LI (Índice de Levantamento):	L / RWL
				1.00

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

Classificação do Posto: **BAIXO RISCO**

Figura 6 - Avaliação de Critério NIOSH

As vantagens da ergonomia para os funcionários envolvidos no processo foram: a redução de força na execução da atividade, conforto na postura para realização do trabalho, prevenção de futuras lesões, organização e melhoria no posto de trabalho, aumento de produtividade, capacitação de desenvolver o trabalho e qualidade do produto. Para a empresa: o aumento de produtividade em 4.875.000/mês, aumento das vendas em R\$ 4.631.250,00/mês, organização e melhoria no posto de trabalho, prevenção de lesões dos funcionários, capacitação de funcionário e qualidade do produto.

9.4 Ação (Action)

Nesta fase, decide-se se deve atuar corretivamente sobre a diferença identificada, se é necessário fazer o giro do ciclo com a revisão do planejamento e das atividades realizadas. As metas foram cumpridas. A produção aumentou de 1.000.000 para 1.200.000/dia e as queixas das operadoras relacionadas à tarefa foram reduzidas a um patamar inferior a 50%.

9.4.1 Padronização

Para o caso de metas alcançadas, adotar como padrão o planejamento e formalizar como novo procedimento de operação; fazer a comunicação da nova sistemática para todos os funcionários envolvidos no processo.

9.4.2 Conclusão do PDCA

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. Nesta 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.

X. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo aplicado mostrou-se o emprego de melhoria adequada através do método PDCA, que deu consistência ao trabalho relacionado à ergonomia, que foi analisar as condições ergonômicas do trabalho no processo de fabricação de canetas, utilizando ferramentas de critério de NIOSH, o que permitiu avaliar o levantamento de cargas da tarefa de colocar caixa na esteira; e de Moore & Garg, de avaliar a sobrecarga aos membros superiores da tarefa de encher cartuchos com canetas, que quantificaram as tarefas de risco baixo, minimizando o risco de LER/DORT no processo produtivo industrial de produtos à base de plásticos, no posto de embalagem de canetas.

XI. AGRADECIMENTOS

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

XII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMCZUK, A. A. **Qual é o seu problema?** São Paulo: EPUSP, 2004.
- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma.** Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- BART, P. **Ergonomia e Organização do trabalho.** Revista brasileira de saúde Ocupacional. v.6, n.21, p.10-12, 1978.
- CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês).** 8.ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2006.
- COUTO, H. A de. **Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 Lições.** Belo Horizonte: Ergo, 2002.
- DUAL, J. e WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática.** 3.ed. São Paulo: blucher, 2012.
- IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e produção.** 2ª ed. Revista e ampliada, São Paulo: Blucher, 2005.
- LEÃO, R. D.; PERES. C. P. **Noções sobre dort, lombalgia, fadiga, antropometria, biomecânica e concepção do posto de trabalho.** DRTE/SC, 2000.
- MANUAL DE ERGONOMIA. **Norma regulamentadora 17. Conforme publicação oficial do ministério do trabalho.** 2ª ed., Brasília: Edipro, 2014.
- 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.

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, Agahnejad. Jandecy Cabral LEITE, Roberto Celio Lima de OLIVEIRA. **Análise de um posto de trabalho numa linha de produção utilizando o método NIOSH**. 2014. 19f. *INOVAE-Journal of Engineering and Technology Innovation*. V. 2, Nº. 2. 2014.

VERGARA, S. C. **Método de pesquisa em Administração**. São Paulo. SP. Atlas, 2010.

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

YIN, K. R. **Estudo de caso**. Planejamento e método. 3ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2010.

XIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.