

ANÁLISE ERGONÔMICA DE UM POSTO DE TRABALHO NUMA LINHA DE PRODUÇÃO UTILIZANDO O METODO NIOSH – UM ESTUDO DE CASO NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS

Payman Agahnejad

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, PA/Brasil
Universidade Federal do Para, PA/Brasil
paymanagahnejad@terra.com.br

Jandecy Cabral Leite

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará, PA/Brasil
Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, AM/Brasil
Jandecy.cabral@itegam.org.br

Roberto Celio Limao de Oliveira

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, SC/Brasil
Universidade Federal do Para, PA/Brasil
limao@ufpa.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo, fazer uma análise ergonômica no posto de trabalho em uma linha de montagem do compressor baseado em dados reais de produção, utilizando o método de NIOSH. Através de pesquisas, análises de relatórios e procedimentos, tornou-se possível averiguar sugestões para redução da problemática que foi abordada neste estudo. O objetivo principal é analisar a situação ergonômica da linha de produção focalizando a biomecânica do trabalho. A justificativa é em virtude da grande evasão de colaboradores devido aos problemas de saúde relacionados a ergonomia, pois um dos principais problemas que enfrentam é com manuseio e movimentação de cargas pesadas, é a dor lombar, derivando em problemas crônicos e agudos. O método utilizado consistiu, primeiramente, no levantamento de dados reais de produção na empresa, nos casos similares estudados em literatura e nos cálculos matemáticos que puderam comprovar as análises, observando-se que, apesar dos avanços da tecnologia e a mecanização das tarefas, muitas atividades continuam sendo realizadas manualmente. Os resultados obtidos permitiram extrair conclusões de que devemos ter cuidados com a saúde do colaborador em ambiente fabril e cuja recomendação permitiram elucidar alguns problemas biomecânicos encontrados.

Palavras-Chave: Ergonomia; Biomecânica; Método de NIOSH; Movimentação de carga e saúde.

INTRODUÇÃO

A ergonomia é um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, basicamente procurando adaptar-se às condições de trabalho às características do ser humano. A ergonomia tem como finalidade a melhoria e conservação da saúde, assim como a concepção e garantia de funcionamentos satisfatórios do sistema técnico, tanto sob o ponto de vista da produção como da segurança. Os colaboradores normalmente classificam os efeitos negativos do trabalho como “fadiga”. Em função da pouca precisão da expressão fadiga, muitos pesquisadores a substituíram por “carga de trabalho”, sendo que no domínio da carga física (Wisner, 1997). A ergonomia é geralmente conhecida por estar relacionada com o seu trabalho e vida humana. Diante do escopo, a ergonomia analisa comportamento humano, psicológico, capacidades e limitações fisiológicas. Profissionais no campo da ergonomia normalmente projetam novos ambientes de trabalho ou modificam em ambientes estabelecidos com base nos estudos sobre os recursos humanos e suas limitações (Jaffar, Abdul-Tharim & Mohd-Kamar, 2011).

Existe uma ampla literatura que descreve fatos experimentais relacionados com a complexidade da situação de trabalho, como é o caso do presente artigo. Os efeitos da carga de trabalho sobre os colaboradores são inúmeros. As posturas que exigem torções de tronco, o efeito é o tensionamento dos discos existentes entre as vértebras, a carga assimétrica que exigem das articulações e músculos existentes nos dois lados da coluna, e ainda as posturas prolongadas e movimentos repetitivos por tempo prolongado, que podem causar lesões localizadas, resultando em fadiga muscular (Couto, 1995). O corpo humano, Couto (2002), gasta níveis diferentes de energia dependendo da postura que deve ser assumida. Sendo assim, deve-se considerar a possibilidade de alterações nas posições de trabalho, visto que os dados antropométricos variam de indivíduo para indivíduo. Mas independente da tarefa a ser realizada, deve-se ainda considerar o arranjo do ambiente, obstáculos, liberdade de movimentos, altura em que o trabalho é realizado, tempo, intensidade de força, distância, extensão e precisão dos movimentos.

O objetivo desta pesquisa é analisar a situação ergonômica da linha de produção focalizando a biomecânica do trabalho em relação ao levantamento de cargas em uma empresa do Pólo Industrial de Manaus (PIM). Cabe observar o estudo do homem no trabalho visando à manutenção de sua saúde física e mental, e o aumento de sua produtividade é uma área de investigação científica com um componente prático-experimental de grande importância. Para que se possa conhecer a realidade do trabalho é fundamental a realização de experimentos, medições e análises em condições reais.

Estudos realizados destacam a importância dos problemas lombares, em diversas atividades, sendo consideradas como causas de um maior número de problemas as atividades, onde o esforço físico em atividades dinâmicas é uma constante.

O estudo justifica-se em fazer uma análise ergonômica em uma linha de produção, para que se possa entender como surgiu à grande evasão de colaboradores devido aos problemas de saúde relacionados à ergonomia. Como forma de avaliar os problemas ergonômicos identificados na situação de trabalho em estudo foi aplicada entre os colaboradores o modelo de *check-list* de Corlett (1992), o qual tem como objetivo verificar, de forma simplificada, o fator biomecânico no risco de obtenção de distúrbios músculo-esqueléticos. Sendo assim, De acordo com Yelin, Trupin and Sebesta (1999), 90% dos trabalhadores mais velhos com deficiência tiveram lesões músculo-esqueléticas (LME). O tratamento das LME criam problemas vão custar dezenas de bilhões de dólares (Praemer, Furner and Rice, 1999).

Estas declarações mostram que estudos sobre ergonomia é muito importante para desenvolver o melhor método de prevenção de LME do que pode beneficia o empregador e também os seus trabalhadores.

Cabe também neste trabalho fazer os seguintes procedimentos: analisar procedimentos no deslocamento, levantamento e transporte de cargas manuais; identificar problemas causados por levantamento de cargas manuais; analisar a qualidade insatisfatória processos de produção; elaboração de recomendações, para melhoria das condições de trabalho em atividades de movimentação e manuseio de cargas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ergonomia

A Ergonomia é a ciência aplicada a facilitar o trabalho executado pelo homem, sendo que se interpreta aqui a palavra “trabalho” como algo muito abrangente, em todos os ramos e áreas de atuação. Para que isto seja possível, uma infinidade de outras ciências é usada pela ergonomia, para que o profissional que desenvolve projetos ergonômicos obtenha os conhecimentos necessários e suficientes e resolva uma série de problemas identificados num ambiente de trabalho, ou no modo como o trabalho é organizado e executado. O conceito de intervenção ergonômica inicialmente desenvolvida pela escola francesa de ergonomia é hoje uma forma internacional de atuação do profissional que trabalha com a ergonomia (Duraffourg, Guérin, Pavard & Laville, 1977).

A efetividade da ergonomia consiste no fato de resultar em transformações positivas no ambiente de trabalho (ambiente aqui tomado em seu sentido amplo, o que inclui a tecnologia e a organização como seus componentes).

O trabalho de preparar um diagnóstico é irrelevante se este não criar mudanças positivas. Isto significa que a intervenção ergonômica é uma tecnologia da prática que objetiva modificar a situação de trabalho para torná-la mais adequada às pessoas que nela operam (Couto, 1995).

Diferencia-se desta forma de estudos e análises de caráter apenas descritivo ou sem comprometimento de fato com as mudanças no trabalho, como a produção de laudos ou diagnósticos puramente acadêmicos.

Estabelecer uma distinção taxonômica entre os objetos de ação ergonômica seja uma *ergonomia de produto* - voltada para a incorporação de recomendações ergonômicas no projeto de artefatos diversos - seja uma *ergonomia de produção* - voltada para o projeto de sistemas de trabalho (Iida, 2007).

Quanto a nós, buscaremos estabelecer que esta oposição seja simplificadora, servindo apenas, num primeiro momento para distinguir o produto da ação ergonômica, se materializando no projeto de objetos, ferramentas, utensílios, vestuário, mobiliário ou no projeto de situações de trabalho, normas, ambientes, procedimentos e demais elementos organizacionais.

A biomecânica é a ciência que estuda as relações entre as partes do corpo em movimento ou mesmo em repouso. Avalia as forças envolvidas na manutenção de posturas e suas repercussões sobre o organismo. A palavra chave que assegura boa postura é flexibilidade, pela simples razão de que a variação de posição ora favorece as articulações, ora favorece a economia de energia, uma vez que não existe uma única postura que satisfaça as duas necessidades.

As principais dicas que os gerentes e supervisores devem conhecer sobre condições ambientais, *layout*, postura, mobiliário e organização do trabalho. Para isso, três aspectos são essenciais: temperatura, o ruído e a iluminação do ambiente. Para que a postura no trabalho assegure conforto e não acarrete problemas de saúde ao empregado é importante prestar atenção à flexibilidade. A variação das posições durante as tarefas favorecem os momentos das articulações e proporciona economia de energia.

Ficar muito tempo numa mesma posição provoca cansaço. Mas em qualquer atividade, existe uma postura base, que é aquela em que a pessoa fica a maior parte da jornada de trabalho. Para que as dicas de biomecânica funcionem plenamente, o mobiliário deve estar ajustado às necessidades de trabalho.

Fatores de Riscos Ergonômicos (FRE)

Os locais de trabalho têm sido tradicionalmente projetados para mover produtos ou máquinas de suporte de forma eficiente. Para as pessoas sempre pareceu tão

adaptável, como eles se encaixam no local de trabalho tem recebido menos atenção. O aumento do número de lesões causadas por movimentos repetitivos, força excessiva e posturas, ergonomia tornou-se um fator crítico para a segurança no trabalho. Para Hagberg, Silverstein, Wells, Smith, Hendrick & Carayon (1995) a ergonomia e os fatores humanos são freqüentemente usados alternadamente nos locais de trabalho. Ambos descrevem a interação entre o trabalhador e as exigências do trabalho. A diferença entre eles é a ergonomia centram-se na forma como o trabalho afeta trabalhadores, e os fatores humanos enfatizam projetos que reduzem o potencial de erro humano. Enquanto salientam que, abordando fatores de risco tradicionais e ambientais, pode manter os trabalhadores livre de lesão (Bongers, Kremer & Ter Laak, 2002).

Os FRE são situações que existem ou criadas intencionalmente ou não, que podem ou poderiam contribuir para os resultados constituam ou contra os princípios ou filosofia de ergonomia que podem ou força prejudicial para a saúde eo bem-estar dos trabalhadores e usuários no local de trabalho ou depois do trabalho (Rani, 2002). Compreensão e consciência sobre os aspectos negativos da FRE são fundamentais e essenciais para as contramedidas a tomar antes poderia ser encontrado soluções para os problemas. Na Figura 1 mostra a coluna vertebral que é o eixo do esqueleto. Formado por inúmeros ossos livres e móveis entre si, denominados vértebras, além de outros cinco ossos fundidos chamados de sacro e mais quatro parcial ou totalmente fundidos denominados cóccix.

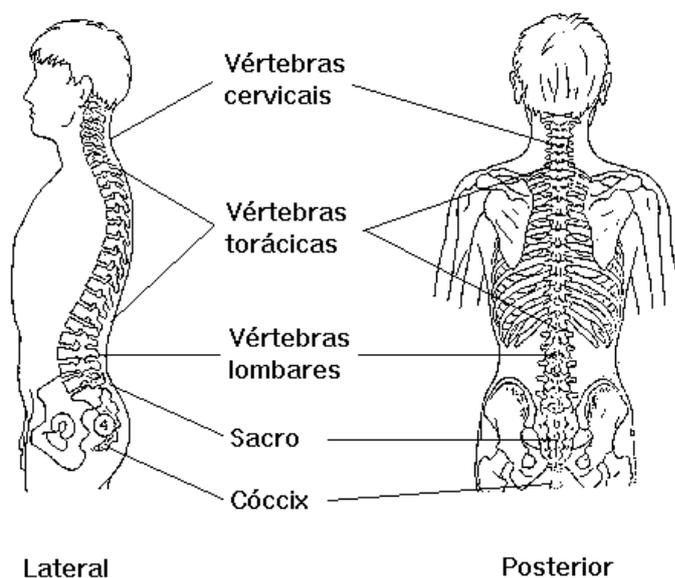


Figura 1. Coluna vertebral.

Fonte: Knoplich, J. (1989). Endireite as costas: desvios da coluna - exercícios de prevenção. São Paulo: IBRASA.

O movimento da força a ser desenvolvida pela musculatura do dorso, quando se eleva o tronco da horizontal para a vertical, é muito pequeno. Devido ao fato de estar a musculatura do dorso a apenas 5cm do ponto de apoio desses movimentos, para elevar um peso na posição de tronco fletido, os músculos do dorso têm que desenvolver um

esforço cerca de 17 vezes maior que o peso da carga que está sendo elevada. A forma mais comum de levantar uma carga é utilizando os músculos do dorso. Contudo, esta é a forma mais errada de procedimento para tal (Moura, 1978).

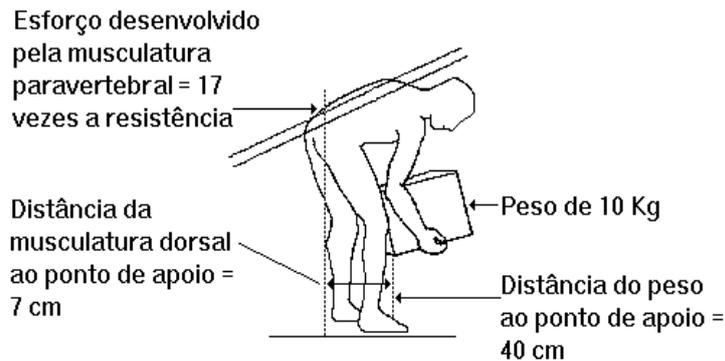


Figura 2. Músculos dorsais no levantamento de cargas.
Fonte: Couto, H. A.(1995). Ergonomia aplicada ao trabalho: O manual técnico da máquina humana (vol 1). Belo Horizonte: Ergo Editora.

A Figura 2 mostra claramente que o levantamento de peso utilizando os músculos do dorso exige uma grande força por parte destes.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Para classificação da pesquisa, toma-se como base à sistemática apresentada, que a qualifica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e meios (Vergara, 2005).

✓ *Quanto aos fins* – trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, pois expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Onde esclarecerá os mecanismos aplicados na análise ergonômica que contribuirá para a redução de problemas de saúde relacionados à ergonomia.

✓ *Quanto aos meios* – Bibliografia e documental por tratar-se de um estudo de caso. A metodologia proposta inclui uma abordagem quali-quantitativa, pois comportam dados quantitativos para elucidar alguns aspectos da questão investigada. Para a consecução do objetivo proposto neste artigo e com base na fundamentação teórico-empírica, estabeleceram-se questões norteadoras da pesquisa, características, limitações, caracterização da bibliografia, instrumento da coleta, crítica e apuração dos dados. Roesch (2005), a pesquisa documental é a fonte de dado mais utilizada em trabalhos de pesquisas, ou seja, é constituída por documentos, podem ter natureza quantitativa como qualitativa.

A obtenção de informações do próprio colaborador é imprescindível para obter dados fidedignos, ao analisarmos alguma atividade. O conhecimento do próprio colaborador, quanto à

sua atividade, é, sem dúvida, muito rico, e oferece pontos que só o próprio colaborador poderá colocar. A percepção dos colaboradores acerca de sua saúde pode ser considerada muito mais importante que os muitos índices objetivos de doença. O estudo de caso permite realizar uma investigação, onde a pesquisa é preservada as características holísticas e significativas dos acontecimentos do cotidiano da empresa, mais precisamente, nos processos ocorridos na empresa (YIN, 2010).

Estudo de Caso - Método de NIOSH

Em 1980, nos Estados Unidos, sob iniciativa do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), patrocinou-se o desenvolvimento de um método para determinar a carga máxima a ser manuseada e movimentada manualmente numa atividade de trabalho - *NIOSH Technical Report - Work Practices Guide for Manual Lifting* em 1981. Para isto, um grupo de pesquisadores reuniu-se para a formulação de um método consistente sobre o assunto, levantando referências bibliográficas de todo o mundo e concluíram que este método deveria levar em conta quatro aspectos básicos: O epidemiológico, que é o estudo das doenças, sua incidência, prevalência, efeitos e os meios para sua prevenção ou tratamento (Barbanti, 1994). As atividades de manuseio e movimentação de cargas manualmente, se relacionam com problemas na região lombar. Assim também, outros problemas poderão vir a aparecer, como é o caso de lesões por esforço repetitivo, fraturas, distensões, etc. O psicológico, que considera o comportamento humano numa determinada situação. No caso do trabalho, observamos que a imposição de certas tarefas depende da aceitação do próprio trabalhador. Um exemplo claro nos mostra que como forma de prevenir as lombalgias, estipula-se que um trabalhador remova um conjunto de 1000 peças de 1 kg, uma de cada vez. Esta proposta é inviável economicamente, e psicologicamente será muito mal aceita pelo trabalhador (Couto, 1995).

Mas, em contrapartida, um treinamento bem planejado somado com uma organização adequada do trabalho pode chegar a consensos mais razoáveis, estipulando pesos mais adequados, ritmos e posturas que evitem o comprometimento da saúde, tanto física quanto mental do trabalhador: O biomecânico estuda as estruturas e funções dos sistemas biológicos, usando conceitos, métodos e leis da mecânica. A biomecânica do movimento humano trata do estudo do movimento durante o trabalho, na vida diária e nos esportes (Barbanti, 1994). O fisiológico estuda as funções do organismo vivo. O fenômeno do crescimento, digestão, respiração, reprodução, excreção, são primordialmente fisiológicos. A fisiologia do exercício estuda as funções do organismo em relação ao trabalho físico.

O método NIOSH foi revisto em 1992, sendo proposto o Limite de Peso Recomendado (L.P.R) e o Índice de Levantamento (I.L) (Amaral, 1993). O grupo de pesquisadores que fez esta revisão decidiu estabelecer um critério não baseado em determinada carga, acima da qual seria problemático e abaixo da qual haveria segurança, nem se basearam em estabelecer uma frequência máxima, nem uma técnica específica para se fazer um esforço (Walters como citado em Couto, 2002). O método utilizado estabeleceu que, para uma situação qualquer de trabalho, no levantamento manual de cargas, existe um Limite de Peso Recomendado (L.P.R). O L.P.R, uma vez calculado, compara-se com a carga real levantada, obtendo-se então o Índice de Levantamento (I.L). Estipula-se que se o valor do I.L for menor que 1.0, a chance de lesão será mínima e o trabalhador estará em situação segura; se o valor for de 1.0 a 2.0, aumenta-se o risco; e se a situação de trabalho for maior que 2.0, aumentará o risco de lesões na coluna e no sistema músculo-ligamentar (Walters como citado em Couto, 2002). As principais considerações do L.P.R são: Deve respeitar o peso que uma pessoa possa levantar em situação de trabalho, no qual 90% dos homens e no mínimo 75% das mulheres o façam sem lesão (Walters como citado em Couto, 2002). No nível apresentado anteriormente, a taxa metabólica é da ordem de 3,5 kcal/min, o que é compatível com uma jornada contínua (Genaidy, 1993). Níveis abaixo do apresentado nos itens anteriores, não apresentam um significativo comprometimento do sistema osteomuscular. A compressão no disco L5-S1 da coluna vertebral, visualizada na Figura 3, que pode ser suportada normalmente, é da ordem de 3400N.

Uma situação de trabalho onde exista uma força de compressão maior que 6600N, são capazes de provocar microtraumas ou mesmo a ruptura no disco na maioria das vezes, dentre outras lesões (Genaidy, 1993).

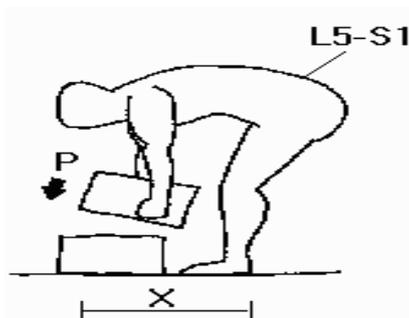


Figura 3. Força sobre L5 S1.

Fonte: AMARAL, F. G. (1993). O método NIOSH: método prático para avaliar cargas e o risco dorso-lombar associado. Anais do Congresso Latino Americano e Seminário Brasileiro de Ergonomia. Florianópolis, SC, Brasil, 2/6.

Na Figura 3 mostra a força sobre L5 S1 um esquema de forças atuando sobre o disco intervertebral situado entre a quinta vértebra (L5) lombar e a primeira vértebra do sacro (S1), quando de um levantamento manual de carga.

A equação de cálculo utilizada para determinar o Limite de Peso Recomendada é a seguinte:

$$LPR = 23 \times FDH \times FAV \times FDVP \times FFL \times FRLT \times FQPC$$

Onde o valor 23, corresponde ao peso limite ideal, quer dizer, aquele que pode ser manuseado sem risco particular, quando a carga está idealmente colocada (FDH=25 cm; FAV=75 cm; FRLT=0°; freqüência de levantamento menor que uma vez a cada cinco minutos FFL<0,2/min; e que a pega da carga seja fácil e confortável).

Sendo os fatores da equação explicada a seguir:

FDH - fator distância horizontal do indivíduo à carga (25/H)

FAV - fator altura vertical da carga $1 - (0,0038 \times [Vc - 75])$

FDVP - fator distância vertical percorrida desde a origem até o destino $(0,82 + 4,5/Dc)$

FFL - fator freqüência de levantamento (ver Tabela 1)

FRLT - fator rotação lateral do corpo $(1 - 0,0032 \times A)$

FQPC - fator qualidade da pega da carga (ver Tabela 2)

O fator qualidade da pega, que identifica as características de melhor ou pior conforto e facilidade para se manusear uma carga, pode ser obtido através da Tabela 1, na qual são cruzadas as variáveis de altura vertical da carga (Vc), com a característica predominante da pega, obtendo-se o resultado.

Tabela 1

Fator qualidade da pega.

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

Fonte: Couto, H. A. (1995). Ergonomia aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana (Vol. 1). Belo Horizonte: Ergo Editora.

A seguir é apresentada a Tabela 2, que permite a obtenção do fator frequência de levantamento (FFL), obtido através do cruzamento das variáveis de número de levantamentos por minuto com a duração ou manutenção da atividade.

Tabela 2
Fator frequência de levantamento.

FREQUÊNCIA	DURAÇÃO DA MANUTENÇÃO CONTINUA					
	<= 8 horas		<= 2 horas		<= 1 hora	
	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)	V < 75 (cm)	V <= 75 (cm)
Levantamento(s) por minuto						
0,2	0,85	0,85	0,95	0,95	1,00	1,00
0,5	0,81	0,81	0,92	0,92	0,97	0,97
1	0,75	0,75	0,88	0,88	0,94	0,94
2	0,65	0,65	0,84	0,84	0,91	0,91
3	0,55	0,55	0,79	0,79	0,88	0,88
4	0,45	0,45	0,72	0,72	0,84	0,84
5	0,35	0,35	0,60	0,60	0,80	0,80
6	0,27	0,27	0,50	0,50	0,75	0,75
7	0,22	0,22	0,42	0,42	0,70	0,70
8	0,18	0,18	0,35	0,35	0,60	0,60
9	0,00	0,15	0,30	0,30	0,52	0,52
10	0,00	0,13	0,26	0,26	0,45	0,45
11	0,00	0,00	0,00	0,23	0,41	0,41
12	0,00	0,00	0,00	0,21	0,37	0,37
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Couto, H. A. (1995). Ergonomia aplicada ao trabalho: O manual técnico da máquina humana (Vol. 1). Belo Horizonte, Ergo Editora.

Para definir a variável qualidade da pega, se faz necessário seguir algumas orientações colocadas por Couto (2002), como mostra a Figura 4.

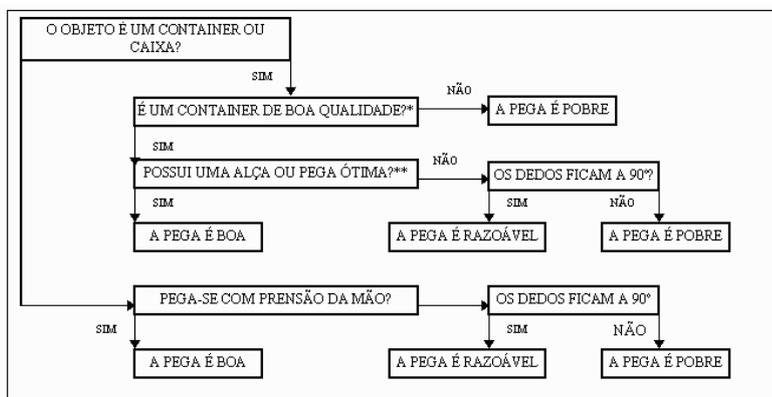


Figura 4. Fluxograma para definição da qualidade da pega.

Fonte: Duraffourg, J., Guérin F., Pavard B. & Laville A. (1977). Elements de méthodologie Ergonomique. CNAM/Paris, Cours TP B.

Ao estabelecer o limite de peso em 23 kg, os especialistas destacam que este é o Limite de Peso Recomendado, que é um peso que mais de 90% dos homens e mais de

75% das mulheres podem levantar sem problemas (Couto, 1995). A título de exemplo, pode-se mencionar que na Itália, trabalha-se com o valor de 30 kg para os homens e 20 kg para as mulheres.

E na comunidade Europeia, trabalha-se num consenso que estipula em 25 kg, o peso limite, salvo os países que trata das legislações, em alguns países do mundo. Assim, é recomendado que para que uma pessoa possa levantar uma carga de 23 kg, esta deve estar próxima do corpo, sendo pega a uma altura de 75 cm, elevada 30 cm entre sua origem e seu destino, qualidade de pega boa e frequência de levantamento menor que uma vez a cada cinco minutos. Se a situação apresentar características similares ou melhores, então o L.P.R, será bem inferior que 23 kg.

O método apresentado não considera o fator elevação com apenas uma das mãos, fato que acontece com frequência em atividades de movimentação de cargas. Nestes casos, a equipe técnica da Clínica Del Lavoro, em Milão, faz a seguinte recomendação, aplicar ao valor encontrado pela formula NIOSH o multiplicador 0,6, obtendo-se assim uma aproximação mais real, ao se realizar uma destas atividades com uma das mãos. Uma das maiores vantagens do método NIOSH, é a visualização de cada item integrante do cálculo, permitindo assim a atuação da ergonomia de forma efetiva sobre aqueles itens (Couto, 2002). O mesmo autor menciona o seguinte exemplo: se a queda no valor recomendado estiver sendo devida ao fator horizontal, a aproximação da carga ao trabalhador irá possibilitar um aumento deste multiplicador, e conseqüentemente a melhoria das condições de trabalho”.

Situada no PIM a empresa estudada teve sua instalação em 2001, possui investimento de capital internacional aberto e é considerada uma empresa de grande porte. Baseado no alto índice de afastamentos por doenças relacionadas ao levantamento de cargas pesadas (como indica a Figura 5). Para este estudo foi escolhida a linha de montagem de manufatura de condicionadores de ar que possui 40 colaboradores. Para este levantamento foi escolhido o posto de trabalho: Posto de Montagem do Compressor (possui 1 colaborador).

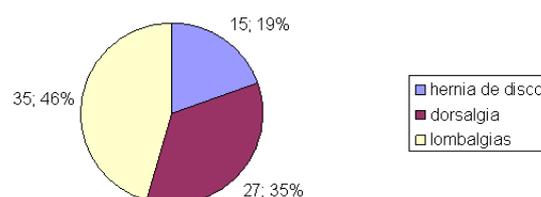


Figura 5. Índice de ocorrência de doenças período 2009 – 2010.

Fonte: elaborado pelos autores.

ANÁLISE E DISCURSÃO DOS RESULTADOS

Os instrumentos e procedimentos utilizados foram: levantados os dados métricos dos postos de trabalho; (*Check List* da região lombar: objetivou-se levantar os sintomas, tais como dores, desconfortos, doenças na região lombar, quadris e coxas) segundo a opinião dos próprios trabalhadores (Corlett, 1992); Critério de Niosh: como base para utilização de todos os dados obtidos. Caracterização do problema: Como foi citada anteriormente a área escolhida para fazer o levantamento de dados foi à linha de produção de condicionadores de ar que possui um total de 40 colaboradores, mas apenas três deles trabalham com levantamento de cargas pesadas, nossa coleta de dados ficou restrita a uma pessoa que executa suas atividades no Posto de Montagem do Compressor.

Equação para o cálculo:

$$LPR = Cc \times FDH \times FAV \times FDVP \times FRLT \times FFL \times FQPC$$

Onde:

Cc = Constante de carga 23 Kg.

FDH = Fator distância horizontal do indivíduo = $25/H$.

FAV = Fator altura vertical da carga = $1 - (0.0038 * [Vc - 75])$.

$FDVP$ = Fator distância vertical percorrida deste a origem até o destino = $0.82 + (4.5/DC)$.

$FRLT$ = Fator de Rotação do tronco = $1 - (0.0032 * A)$.

FFL = Fator de freqüência de levantamento por min.

$FQPC$ = Fator qualidade da pega.

H = Distância horizontal da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto – geralmente no centro da carga em cm.

Vc = Altura vertical da carga do chão ao ponto em que as mãos seguram o objeto.

Dc = Distância vertical percorrida, corresponde a diferença de altura da carga entre a origem e o destino (em cm).

A = Ângulo de rotação lateral do tronco – em graus.



Figura 6. Avaliação no posto de trabalho: montagem do compressor e análise das atividades.

Fonte: elaborado pelos autores.

1. Operador pegando compressor em uma das situações de montagem. Observa-se a flexão da coluna que irá levantar um peso de 10Kg.
2. Operador com o compressor levantado. Observa-se a qualidade da pega que é de má qualidade.
3. Operador colocando compressor na linha de montagem e montando mais um item do seu ciclo de trabalho que é item rubber que fica no pé do compressor para evitar impacto. Observa-se a angulação lateral da coluna que não pôde ser medida por falta de equipamento, mas estima-se que esteja entre o intervalo de $45^\circ \pm 15^\circ$.
4. Operador fixando o compressor no chassi.

Cálculo do limite de peso recomendado e do índice de levantamento-Variáveis:

$$\begin{aligned} \text{Alturadodestino}(HD) &= 82\text{cm} \\ \text{Alturadaorigem}(HO) &= 58\text{cm} \\ Vc &= 58\text{cm} \\ Dc &= (HD - HO) \Leftrightarrow Dc = 24\text{cm} \\ H1 &= 22\text{cm} \\ H2 &= 42\text{cm} \\ H3 &= 62\text{cm} \\ H4 &= 82\text{cm} \\ A &= 45^\circ \pm 15^\circ \end{aligned}$$

São montados 1440 aparelhos por dia em 8 horas de trabalho, ou seja, são montados 180 aparelhos por hora, conseqüentemente são levantados 180 compressores por hora, ou seja, 3 compressores por minuto que corresponde a um ciclo de 20 s. Portanto o Fator Frequência de Levantamento (FFL) é de 0,55.

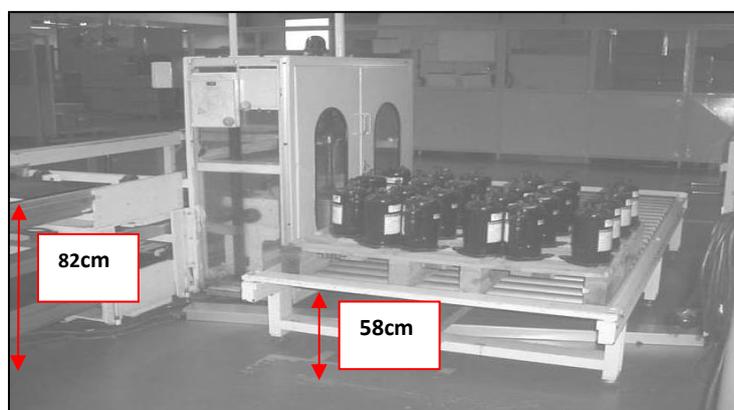


Figura 7. Altura do destino e origem.

Fonte: elaborado pelos autores.

Situação 1

$$FAV = 1 - \left(0.0075 \left| \frac{Vc}{2.5 - 30} \right| \right)$$

$$FAV = 1 - \left(0.0075 \left| \frac{58}{2.5 - 30} \right| \right) \Leftrightarrow FAV = 0.98$$

$$FDH = \left(\frac{25}{22} \right) \Leftrightarrow FDH = 1.13 \Leftrightarrow FDH = 1$$

$$FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{Dc} \right) \Leftrightarrow FDVP = \left(0.82 + \frac{4.5}{24} \right)$$

$$FDVP = (0.82 + 0.187) \Leftrightarrow FDVP = 1$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = (1 - 0.0032 \times A) \Leftrightarrow FRLT = (1 - 0.0032 \times 45)$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 1 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 9.59\text{Kg}$$

$$IL = \frac{\text{PESOLEVANTADO}}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10}{9.59} = 1.04 \quad IL_2 = \frac{11.50}{9.59} = 1.19$$

$$IL_3 = \frac{12.70}{9.59} = 1.32 \quad IL_4 = \frac{14.10}{9.59} = 1.47$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1.04 + 1.19 + 1.32 + 1.47)}{4} = 1.25$$

Situação 2

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.59 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 5.66Kg$$

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{42}\right) \Leftrightarrow FDH = 0.59$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10}{5,66} = 1,76$$

$$IL_2 = \frac{11,50}{5,66} = 2,03$$

$$IL_3 = \frac{12,70}{5,66} = 2,24$$

$$IL_4 = \frac{14,10}{5,66} = 2,49$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(1,76 + 2,03 + 2,24 + 2,49)}{4} = 2,13$$

Situação 3

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.40 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 3.83Kg$$

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{62}\right) \Leftrightarrow FDH = 0.40$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10}{3,83} = 2,61$$

$$IL_2 = \frac{11,50}{3,83} = 3,00$$

$$IL_3 = \frac{12,70}{3,83} = 3,31$$

$$IL_4 = \frac{14,10}{3,83} = 3,68$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(2,61 + 3,00 + 3,31 + 3,68)}{4} = 3,15$$

Situação 4

$$LPR = 23 \times 0.98 \times 1 \times 0.30 \times 0.55 \times 0.86 \times 0.9 \Leftrightarrow LPR = 2.87Kg$$

$$FAV = 0.98$$

$$FDVP = 1$$

$$FDH = \left(\frac{25}{82}\right) \Leftrightarrow FDH = 0.30$$

$$FFL = 0.55$$

$$FRLT = 0.86$$

$$FQPC = 0.9$$

$$IL = \frac{PESOLEVANTADO}{LPR}$$

$$IL_1 = \frac{10}{2,87} = 3,48$$

$$IL_2 = \frac{11,50}{2,87} = 4,00$$

$$IL_3 = \frac{12,70}{2,87} = 4,42$$

$$IL_4 = \frac{14,10}{2,87} = 4,91$$

$$IL_{\text{médio}} = \frac{(3,48 + 4,00 + 4,42 + 4,91)}{4} = 4,20$$

$$IL_{\text{totalmédio}} = \frac{(1,25 + 2,13 + 3,15 + 4,20)}{4} = 2.68$$

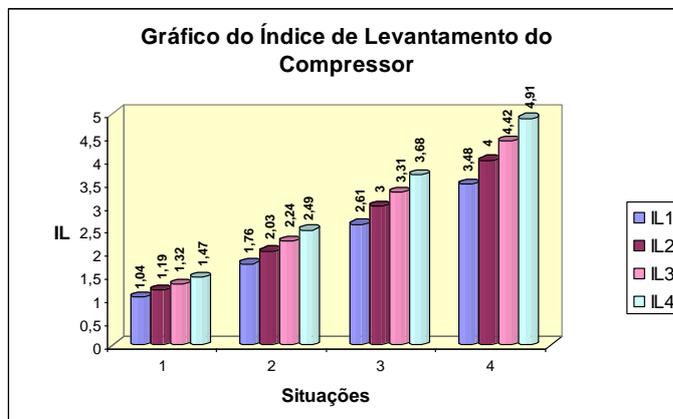


Figura 8. Índice de levantamento do compressor.

Fonte: elaborado pelos autores.

Analisando o gráfico acima podemos observar de uma forma mais abrangente todos os índices de levantamento obtidos. Verificamos que somente em algumas

situações (como $IL = 1.04$ e $IL = 1.19$ que estão localizados na Situação 1) o índice de levantamento se aproxima mais do objetivo aceitável que indica que $IL < 1$. Na primeira situação o operador se encontra em uma situação intermediária de riscos para a coluna onde IL tem que estar entre 1 e 2, ou seja para todos os tipos de compressores levantados.

Na situação 2 onde a distância entre o operador e o compressor é maior apenas um tipo de compressor pode ser levantado possibilitando ao operador estar no nível intermediário de riscos, para os demais compressores a situação do operador é de alto risco pois $IL > 2$. Nas situações 3 e 4 observa-se um alto risco para o operador pois todos os IL são maiores que 2. Segundo NIOSH, “pode-se dizer que se o valor que se o valor do IL for menor que 1, a chance de lesão das estruturas da coluna será mínima e o trabalhador estará em situação segura; se a relação for de 1 a 2, aumenta-se o risco; se a situação de trabalho for tal que o IL seja maior que 2, fica bastante aumentado o risco de lesões da coluna e do sistema e do sistema músculo ligamentar, tão mais aumentada é a chance, quanto maior for o valor de IL ”. Portanto $IL < 1$ é o limite máximo para um trabalho com riscos mínimos para a coluna.

Na Figura 9 estamos analisando o índice de levantamento de uma forma mais compacta, onde podemos observar que apenas a primeira situação o operador encontra-se no nível intermediário de IL que esta entre 1 e 2. Nas demais situações (2,3 e 4) o operador corre um grande risco de adquirir lesões na coluna. Portanto neste processo em nenhum momento o operador está fora do risco de adquirir problemas na região lombar, ou seja, $IL < 1$. E podemos observar que neste caso de levantamento de compressores o IL é diretamente proporcional a distância horizontal, ou seja, quando mais o produto a ser levantada esta distante do operador maior dificuldade ele terá em executar a sua tarefa de levantamento.

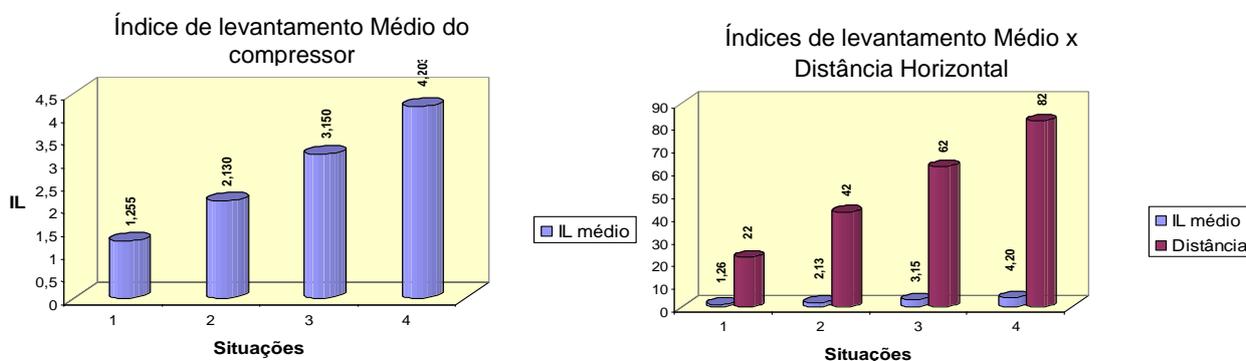


Figura 9. Índices de levantamento: Médio do compressor/Médio x Distância Horizontal
Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 10 observa-se que o Índice de Levantamento Total Médio do processo de levantamento do compressor é $IL = 2.69$

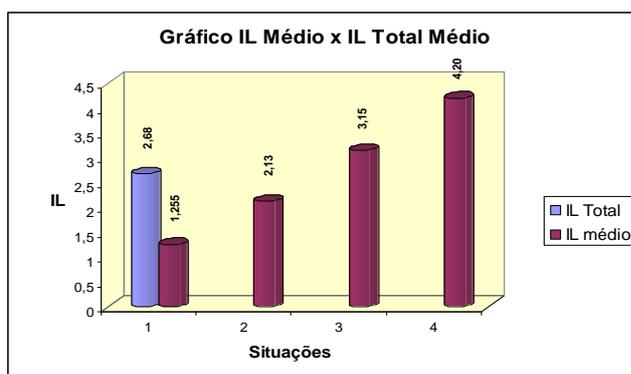


Figura 10. IL Médio x IL Total
Fonte: elaborado pelos autores.

Isto implica dizer que atualmente este processo é inviável ergonomicamente, pois segundo NIOSH, $IL > 2$ significa dizer que o operador corre sérios riscos de adquirir problemas na coluna.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução para se evitar os problemas apresentados neste artigo, no que diz relação ao manuseio e transporte de cargas pesadas manualmente, é a mecanização das atividades, onde o esforço físico seja alto, como forma de facilitar o trabalho. Apesar dos enormes avanços tecnológicos, vemos ainda muito distante o dia disto acontecer. Então devemos nos preocupar em melhorar as condições de trabalho nestas e outras atividades, onde o sacrifício e o esforço humano são uma constante. Não devem ser desconsideradas as repercussões sociais que a mecanização traz como o aumento do desemprego. Assim, observamos que ainda devemos nos preocupar com a melhoria das condições atuais de trabalho. Os resultados do artigo mostram que há sérios problemas quanto à movimentação e transporte de cargas no setor industrial.

Destacam a falta de preparo e conhecimento das formas adequadas de lidar nestas situações, condições precárias, atividades anteriores em trabalhos tanto mais penosos na maioria dos colaboradores somados a sérios problemas organizacionais e sociais. A partir do artigo foi observado que é necessária muita atenção a este tipo de atividades. Devem-se incentivar novas intervenções para proporcionar melhorias, neste tipo de atividades. Com relação à rotação do tronco recomenda-se: erguer o menos possível às cargas, e respeitar as posturas corretas para o seu manuseio, movimentação de cargas em grupos: determinar o número de pessoas necessárias ao manuseio em função do peso e tamanho da carga, determinar um responsável pelas manobras. Ele deverá determinar o momento de levantar e abaixar (depositar) a carga, repartir o peso, de forma a assumir boa posição de trabalho e favorecer a visibilidade, levantar e abaixar

(depositar) a carga simultaneamente e nunca depositar a carga utilizando a cabeça como apoio.

REFERÊNCIAS

- Fonte: AMARAL, F. G. (1993). O método NIOSH: método prático para avaliar cargas e o risco dorso-lombar associado. Anais do Congresso Latino Americano e Seminário Brasileiro de Ergonomia. Florianópolis, SC, Brasil, 2/6., p. 240-247.
- Barbanti, V. J. (1994). Dicionário de educação física e do esporte. São Paulo, editora Manole Ltda.
- Bongers P.M., Kremer A.M., Ter Laak J. (2002). Are psychosocial factors risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow or hand /wrist? A review of the epidemiological literature. *American Journal of Industrial Medicine* .41(5), p. 315-342.
- Corlett, E. N. (1992). Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology. Chapter 22: Static Muscle Loading and the Evaluation of Posture Taylor & Francis - London Washington. DC.
- Couto, Hudson. de A. (1995). Ergonomia aplicada ao trabalho: O manual técnico da máquina humana (Vol. 1). Belo Horizonte, Ergo Editora.
- _____. (2002). Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições. Belo Horizonte: Ergo Editora Ltda.
- Duraffourg J., Guérin F., Pavard B. e Laville A. (1997). Elements de méthodologie Ergonomique. CNAM/Paris, Cours TPB.
- Genaidy, A. M., et al. (1993). Spinal compression tolerance limits for the design of manual material handling operations *in the workplace*. *Ergonomics*. London, 36(4), 415-434.
- Hagberg, M., Silverstein B., Wells R., Smith M.J., Hendrick H.W, Carayon P. (1995). *Work related muskelosketal disorders (WMSDs)*. Taylor and Francis, Inc.
- Iida, I. (2010). Ergonomia, Projeto e Produção – Revisão e Atualizada. São Paulo, Edgar Blücher.
- Jaffar, N, A. H. Abdul-Tharim, I. F. Mohd-Kamar, N. S. L. (2011). A Literature Review of Ergonomics Risk Factors in Construction Industry. The 2nd International Building Control Conference 2011. Elsevier. Procedia Engineering. Vol. 20, 89–97.
- Knoplich, J. (1982). Enfermidades da coluna vertebral. São Paulo, Panamed Editorial.
- _____. (1989). Endireite as costas: desvios da coluna - exercícios de prevenção. São Paulo, IBRASA.
- Moura, R.(1978). Segurança na movimentação de materiais. São Bernardo do Campo, São Paulo, ed. Ivan Rossi.
- Praemer, A. Furner, S., and Rice, D.P. (1999). Musculoskeletal Conditions in the United States (Rosemont,IL: american Academy of Orthopaedic Surgeons).
- Rani, M. R. A. (2003). Managing ergonomics risk factors at workplace. Paper presented at *NIOSH 6th National Conference and Exhibition on Occupational Safety and Health*, Sunway Pyramid Convension Centre, Petaling Jaya, Malaysia.

- Roesch, S. M. A. (2005). *Projetos de estágio e de pesquisa em administração* (3 ed.). São Paulo: Atlas.
- Vergara, S. C. (2005). *Método de pesquisa em Administração*. São Paulo. SP. Atlas.
- Wisner, A. (1997). *A inteligência do trabalho: textos selecionados de ergonomia*. São Paulo: Fundacentro.
- Yelin, E.H., Trupin, L.S, & Sebesta, D.S. (1999). Transitions in employment, morbidity and disable AMONG PERSONS AGED 51 TO 61 With musculoskeletal and non-musculoskeletal conditions in u.s., 1992-1994, arthritis and rheumatism, 42, 769-779.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.

ERGONOMIC ANALYSIS OF A JOB IN A PRODUCTION LINE USING THE NIOSH METHOD. CASE STUDY IN THE INDUSTRIAL POLE OF MANAUS.

ABSTRACT

This article is aimed at making an ergonomic analysis of the job on an assembly line of the compressor based on real data production, using the method of NIOSH. through research, analysis and reporting procedures, it became possible to examine suggestions for reducing the problem that was addressed in this study. The main objective is to analyze the situation of the ergonomic product line focusing on the biomechanics of the work. the reason is because of the large outflow of workers due to health problems related to ergonomics, as one of the main problems they face is with handling and moving heavy loads, is the back pain, drifting in acute and chronic problems. The method consisted, firstly, the survey data in real production company, in similar cases studied in literature and math that might prove the tests, noting that, despite advances in technology and mechanization of tasks, many activities continues to be done manually. The results allowed to draw conclusions that should have health care worker in the manufacturing environment and whose recommendation led to the elucidation of some biomechanical problems found.

Keyword:Ergonomics; biomechanics; method of NIOSH; material handling and health.

ANÁLISIS ERGONÓMICO DE UN PUESTO DE TRABAJO DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO EL MÉTODO NIOSH. ESTUDIO DE CASO EN EL POLO INDUSTRIAL DE MANAUS.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo hacer un análisis ergonómico de un puesto de trabajo en una cadena de montaje de compresores basado en datos reales de producción, utilizando el método NIOSH. A través de los procedimientos de investigación, análisis y presentación de informes, fue posible analizar y dar sugerencias para reducir el problema que se aborda en este estudio. El objetivo principal es analizar la posición ergonómica de la línea de producción focalizado en la biomecánica de trabajo. Se justifica por el hecho del elevado éxodo de empleados debido a los problemas de salud relacionados con la ergonomía, entre los principales problemas que enfrentan se tienen la manipulación y desplazamiento de cargas pesadas, los dolores lumbares, que derivan en problemas crónicos y agudos de salud. El método utilizado consistió, primero, en el levantamiento de datos reales de producción en la empresa, en el estudio de casos similares registrados en la literatura y cálculos matemáticos que fundamentan el análisis, observándose que a pesar de los avances de la tecnología y la mecanización de las tareas, muchas actividades se continúan haciendo manualmente. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que se debe ser cuidadoso con los problemas de salud de los empleados en el entorno fabril recomendándose soluciones que permitirán aclarar algunos de los problemas biomecánicas encontrado en dicho entorno.

Palabras clave: ergonomía; biomecánica; Método NIOSH; Manipulación de la carga y la salud.