



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

LEVANTAMENTO MANUAL DE CARGAS E CRITÉRIOS ERGONÔMICOS NA PALETIZAÇÃO DE GARRAFAS DE ÁGUA

MANUAL LIFTING AND ERGONOMICS CRITERIA IN PALLETIZATION OF WATER BOTTLES

LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS Y CRITERIOS ERGONÓMICOS EN LA PALETIZACIÓN DE BOTELLAS DE AGUA

Amanda Ebert Bobsin, UFRGS, aebobsin@gmail.com

Natália Eloísa Sander, UFRGS, natisander@gmail.com

Vitória Pereira Pinto, UFRGS, vitoriapereirap@gmail.com

Fernando Gonçalves Amaral, UFRGS, amaral@producao.ufrgs.br

Resumo

Os postos destinados à alimentação e evacuação de linhas de produção são geralmente envolvidos com levantamentos manuais de carga. Estes expõem os trabalhadores a condições posturais desfavoráveis, considerando a frequência de levantamentos de carga e a falta de uma organização de períodos de repouso. O objetivo deste artigo foi avaliar e propor soluções ergonômicas para diminuir os riscos posturais em um posto de paletização de garrafas de água mineral. A metodologia utilizada baseou-se na aplicação dos métodos de avaliação de risco de lesões relacionadas às posturas e cargas levantadas durante a atividade: RULA e NIOSH, bem como em entrevistas. Foram identificadas posturas desfavoráveis e comprovadas as inadequações dos pesos levantados e frequências. Para mitigar os problemas foram propostas mudanças em nível organizacional e operacional das condições de trabalho.

Abstract

The stations destined to the feeding and evacuation of production lines are usually involved with manual lifting of load. They expose workers to unfavorable postural conditions, considering the frequency of lifting loads and the lack of an organization for rest periods. The objective of this paper was to evaluate and propose ergonomic solutions to reduce postural risks in a palletising station of water bottles. The methodology used was based on the application of risk evaluation methods of injuries related to postures and loads raised during the activity: RULA and NIOSH, as well as in interviews. Unfavorable postures were identified and the inadequacies of the weights lifted and frequencies were proved. To mitigate the problems, it were proposed changes in the organizational and operational level of working conditions.



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

Resumen

Los puestos destinados a la alimentación y evacuación de líneas de producción generalmente se envuelven con levantamientos manuales de carga. Estos exponen a los trabajadores a condiciones de posturas desfavorables, considerando la frecuencia de levantamientos de carga y la falta de una organización de períodos de reposo. El objetivo de este artículo fue evaluar y proponer soluciones ergonómicas para reducir los riesgos posturales en un puesto de paletización de botellas de agua mineral. La metodología utilizada se basó en la aplicación de los métodos de evaluación de riesgo de lesiones relacionadas con las posturas y cargas levantadas durante la actividad: RULA y NIOSH, así como en entrevistas. Se identificaron posturas desfavorables y comprobadas las inadecuaciones de los pesos levantados y frecuencias. Para mitigar los problemas se propusieron cambios a nivel organizativo y operacional de las condiciones de trabajo.

Palavras-chave: Ergonomia, NIOSH, RULA, Manuseio de Cargas, Levantamento

Keyword: Ergonomics, NIOSH, RULA, Load Handling, Lifting.

Palabras clave: Ergonomia, NIOSH, RULA, Manipulación de carga; Levantamiento.

1. Introdução

A ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem (IIDA, 2005). Contudo, nem sempre é isso que acontece nas indústrias brasileiras - muitas vezes, o trabalhador se depara com a necessidade de adaptação ao seu ambiente de trabalho e/ou com a falta de descrição de como realizar sua tarefa adequadamente, o que pode acabar gerando riscos à sua segurança e à sua saúde.

Moreira (2004) acredita que um crescimento na produtividade provém de um melhor aproveitamento não somente de máquinas, mas, também, de funcionários. Portanto, fica evidente que os recursos humanos são indispensáveis para conduzir uma organização a alcançar níveis desejados de aspectos produtivos. Segundo Eklund (1997, p. 982) “condições ambientais e físicas adversas, que causam desconforto, aos seres humanos podem estar relacionadas a erros ou deficiências de qualidade”, ou seja, a modelagem do ‘design’ da tarefa afeta diretamente a performance do trabalhador.

Comprovando a existência desse problema, cerca de 612,6 mil acidentes do trabalho foram registrados no INSS, em 2015 (BRASIL, 2016). Além disso, o primeiro boletim de 2017 sobre benefícios por incapacidade (BRASIL, 2017) apresenta que a despesa do INSS com Auxílio-doença por Acidente de Trabalho foi superior a dez bilhões - considerando que a duração média (em dias) dessa espécie de benefício foi de 183 dias por segurado (BRASIL, 2017).

Percebe-se que o fator ergonômico que mais afeta os trabalhadores e, conseqüentemente, gera absenteísmo e diminuição da produtividade da empresa são as dores lombares. O trabalho sentado por longas horas, o trabalho pesado, o levantamento de peso, a



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

falta de exercícios físicos e os problemas psicológicos representam alguns dos principais fatores que contribuem para a cronicidade da dor lombar (HELFENSTEIN, GOLDENFUM e SIENA, 2010). Ademais, o levantamento de cargas, associado a uma postura desfavorável, é uma das causas mais associadas a problemas na coluna, como lombalgias (KROEMER e GRANDJEAN, 2005; CHAFFIN, 1974; KELSEY et al., 1984; AGNELLI et al.; 2006; STAMBOLIAN et al., 2016; WATERS et al., 1993; LEE, 2016).

A Norma Reguladora 17 (NR 17) designa o transporte manual de cargas como todo transporte no qual o peso da carga é suportado inteiramente por um só trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga. O levantamento de carga, por sua vez, pode ser classificado em dois tipos: levantamento esporádico de cargas e trabalho repetitivo com levantamento de cargas. (IIDA, 2005). O primeiro tipo está relacionado com a capacidade muscular e o segundo, com a capacidade energética do trabalhador e a fadiga física (IIDA, 2005). Atividades que envolvem o manuseio de cargas são encontradas em diversos setores, tais quais almoxarifado (WATERS et al., 1999a), logística e transporte (BATTINI et al., 2017), centros de distribuição (TWEDE et al., 2007), montadoras de carros (GUTIÉRREZ et al., 2016; KUMAR, 2017), construção civil (LI et al., 2017; BOSCHMAN et al., 2012), no fim das linhas de produção (PLAMONDON et al., 2010) e no carregamento de bagagens em aeroportos (TAFAZZOL et al., 2016).

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), o manuseio de cargas gera desgaste na coluna, em especial nos discos intervertebrais da região lombar, degenerando-os, o que pode levar à redução da mobilidade e vitalidade do trabalhador. Além de resultar em dores na lombar, Nadon et al. (2016) destacam que o manuseio de cargas, especialmente levantamento e abaixamento, também contribui para lesões nos ombros. Neste caso, fadiga, esforço repetitivo, sobrecarga de peso e postura inadequada aumenta a incidência de lesões nos ombros (NADON et al., 2016).

Os problemas na região lombar são potencializados por diversos fatores, tais quais: (i) posturas inadequadas, como flexão para frente (WATERS et al., 1993); (ii) sobre esforços (Agnelli et al.; 2006); (iii) esforços repetitivos (LEE, 2016); (iv) e cansaço por esforço excessivo (TAFAZZOL et al., 2016). Portanto, tarefas repetitivas e com grande duração, aliadas a posturas desfavoráveis, podem incidir sobre o musculoesquelético de forma prejudicial à saúde do trabalhador (MOURA, 2001). Para resolver esse problema e tentar diminuir os riscos ergonômicos, muitas empresas, como a escolhida para a realização do trabalho, tomam a medida administrativa de rotação de postos de trabalho. Porém, poucos estudos oferecem uma metodologia para que essa rotação seja feita de forma ergonômica (MOURA, 2001).

Percebendo o impacto negativo que pode causar a execução de atividades repetitivas, posturas inadequadas, carregamento de cargas excessivamente pesadas, entre outras tarefas realizadas, o objetivo do trabalho é analisar a atividade de paletização realizada em uma empresa de pequeno porte produtora de água mineral engarrafada e propor soluções ergonômicas de melhoria no posto e na organização do trabalho.

2. Procedimentos Metodológicos

Realizou-se um estudo de caso na empresa de água mineral natural. O foco deste trabalho é a análise do carregamento de carga e a análise postural. Para tanto, os métodos escolhidos são o NIOSH, o RULA e, complementarmente, entrevista com os operários,



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

principalmente para entender sobre dores/desconfortos sentidos.

Em uma intervenção ergonômica é crucial, na etapa inicial, um mapeamento minucioso da tarefa e a definição do grau de abrangência da intervenção (IIDA, 2005). Por isso, em um primeiro contato, realizou-se o mapeamento do processo, identificando entradas, transformações, saídas e as fronteiras do sistema, sendo as tarefas registradas em um fluxograma de bloco. Além disso, também foram identificados os funcionários que realizavam cada etapa, e como eles se organizavam. Pela observação e vídeos feitos do processo, escolheu-se para estudo a tarefa considerada mais penosa ao trabalhador.

O método RULA é uma derivação do método OWAS, ao qual foram adicionados fatores como: força e uso da musculatura (devido a repetitividade das tarefas). O método é baseado em uma avaliação tanto dos membros superiores, quanto dos inferiores, sendo o corpo dividido em dois grupos para análise. O grupo A é constituído pelos membros superiores (braços, antebraços e punhos) e o grupo B é representado pelo pescoço, tronco, pernas e pés. A cada posição dos membros do corpo é dada uma pontuação tabelada, chegando, no final, a um escore que pode variar de 1 a 7. As pontuações mais altas, aparentemente, representam um risco postural mais elevado. Além disso, este método permite dividir os escores em quatro níveis de ação, que podem variar desde a aceitação da situação atual do trabalho, não tida como prejudicial, até a necessidade de uma intervenção imediata (Tabela 1).

TABELA 1: Pontuação final do método RULA adaptado.

Nível de ação	Escore	Ação
Nível 1	1 – 2	Postura aceitável se não repetida/mantida por longa duração
Nível 2	3 – 4	Investigar, pode ser preciso realizar mudanças
Nível 3	5 – 6	Investigar, mudar rapidamente
Nível 4	>= 7	Mudanças imediatas são requeridas

Fonte: Adaptado de McAtmney et al. (1993)

Para fazer a avaliação com relação ao método RULA, foi filmada, por cinco minutos, a realização da tarefa de paletização, pausando o vídeo nos dois movimentos mais críticos do operador: posição de pega dos engradados de água, e posição de deposição dos mesmos no palet.

Já para levar em consideração a operação de movimentação de cargas, foi utilizada a equação do National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Esse método visa diagnosticar os riscos de distúrbios osteomusculares associados à carga física que o trabalhador está submetido e indicar um limite de peso apropriado para cada ocupação (BORGES et al., 2013). Além da Carga Limite Recomendada (CLR), esse método propõe o Índice de Levantamento (IL), os quais servirão como parâmetros para avaliação das chances de ocorrer uma lesão de coluna no trabalhador, caso o peso levantado seja maior que este limite.

Para obter a carga máxima que pode ser levantada durante a realização de uma determinada atividade, leva-se sem consideração a frequência da atividade, o peso, a excentricidade, a distância de levantamento, a altura, entre outros, e é utilizada a equação desenvolvida pelo NIOSH. A equação é apresentada pela seguinte fórmula:

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

Onde: LC: Constante de carga (23 kg); HM: Fator distância horizontal do

indivíduo/Multiplicador Horizontal ($25/H$); VM: Fator altura vertical da carga/Multiplicador Vertical ($1- 0,003*(V_c-75)$); DM: Fator distância vertical percorrida desde a origem até o destino/Multiplicador de distância ($0,82+4,5/D$); AM: Fator rotação lateral do tronco/Multiplicador de Assimetria ($1- 0,0032*A$); FM: Fator frequência de levantamento/Multiplicador de Frequência (tabelado); CM: Fator qualidade da pega/Multiplicador de Interface (tabelado).

Os parâmetros utilizados para avaliar os critérios de NIOSH (Figura 1) são os seguintes:

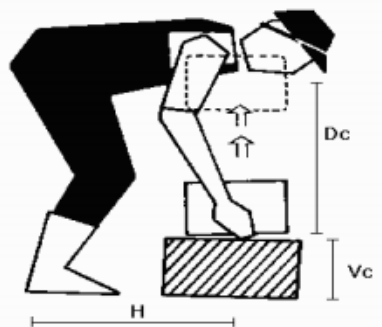
<p>H: Distância Horizontal (da linha do tornozelo até o ponto em que as mãos seguram o objeto - geralmente no centro da carga) (cm)</p> <p>V: Altura vertical da carga (do chão ao ponto em que as mãos seguram o objeto) (cm).</p> <p>D: Distância vertical percorrida (diferença de altura da carga entre a origem e o destino) (cm)</p> <p>A: Ângulo de rotação lateral do tronco (em graus)</p>	 <p>O diagrama ilustra um trabalhador em uma postura inclinada levantando uma caixa. As variáveis são: H (distância horizontal do tornozelo ao ponto de contato com a caixa), Vc (altura vertical da caixa), Dc (distância vertical percorrida desde o chão até o ponto de contato com a caixa) e A (ângulo de rotação lateral do tronco).</p>
---	--

FIGURA 1: Variáveis utilizadas no método NIOSH. Fonte: Couto (2002).

Para estipular a carga aceitável, as variáveis necessárias para o cálculo foram medidas com uma trena no próprio ambiente de trabalho. Após obtenção dos resultados, foram feitas recomendações com base na interpretação deles. Verificou-se se a carga estava dentro do limite aceitável e, em caso negativo, buscou-se propor alterações em alguns parâmetros do processo a fim de tornar viável e seguro o carregamento do engradado de água.

Além das análises mais quantitativas, foram feitas entrevistas com supervisores e operadores do setor de paletização, para entender melhor suas percepções sobre o modo de executar as atividades, suas dificuldades e queixas, bem como questões sobre suas rotinas de trabalho. Outras perguntas como, por exemplo, idade, tempo de trabalho na empresa, índice de faltas e/ou afastamento, adoção ou não de meta de produção e sugestões de melhoria também foram realizadas para um melhor estudo.

3. Resultados

Nesta seção, o local de estudo é caracterizado, assim como o processo de produção que ocorre na empresa, a fim de facilitar a compreensão do contexto. Além disso, são apresentados os resultados obtidos após a aplicação dos métodos e algumas proposições de melhorias.

3.1 Caracterização da empresa

O trabalho foi realizado em uma empresa do setor de água mineral, que extrai sua água de uma fonte localizada junto a uma área de preservação ambiental e localizada em terreno próprio. A empresa é de pequeno porte e possui oito funcionários em seu chão de fábrica.

Inicialmente, a empresa comercializava somente água mineral, mas, devido à queda da demanda nos últimos anos, começou a revender outros produtos alimentícios. A estratégia de diferenciação se mantém nesse segmento da empresa, buscando distribuir produtos de alta qualidade, orgânicos e naturais.

3.2 Processos e atividades exercidas

As atividades do chão de fábrica acontecem durante oito horas por dia, de segunda à sexta. Quanto às funções, por não ser uma produção altamente complexa, os funcionários são habilitados a exercer mais de uma e a assumir postos diferentes durante seu período de trabalho (multifuncionais), conforme a necessidade. Portanto, eles não trabalham por meta e, sim, por nível de demanda.

As atividades da produção, internas à empresa, estão representadas no diagrama de blocos na Figura 2. Elas se caracterizam por serem muito repetitivas e, por isso, já existe um sistema de rotação de funções entre os funcionários. Todavia, esse sistema foi adotado a partir de conhecimentos empiricamente adquiridos, o que pode acabar não sendo adequado para a saúde do trabalhador, o que será verificado mais a frente por meio da aplicação do método de NIOSH.

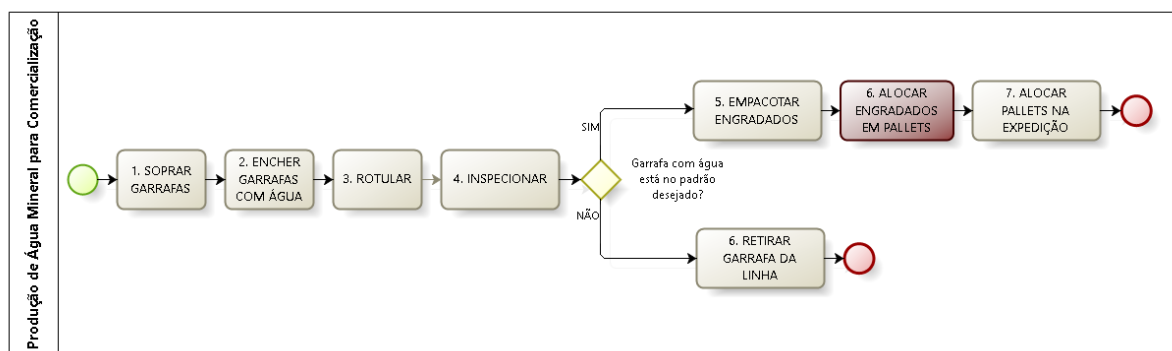


FIGURA 2 – Fluxograma de blocos do processo. Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Algumas situações desconfortáveis do chão de fábrica foram identificadas durante a pesquisa de campo, como, por exemplo, elevado nível de ruído na atividade 1 (soprar garrafas). Contudo, o foco no estudo foi dado ao ponto 6 da Figura 1, pois era o posto que apresentava as condições de trabalhos mais críticas aparentemente. Portanto, a aplicação dos métodos apresentados foi feita nesse mesmo posto.

3.3 Caracterização do posto estudado

Ao visitar a empresa e observar todas as atividades desenvolvidas pelos funcionários no chão de fábrica, selecionou-se para realizar um estudo ergonômico aquela que apresentava um maior risco à saúde do trabalhador: o deslocamento dos engradados de garrafas d'água do fim da esteira para paletes, os quais serão levados posteriormente para a expedição.

O processo de paletização consiste em distribuir os engradados que saem da linha de produção em uma paleteira. Para realizar as análises, tanto pelo método RULA quanto pelo NIOSH, foi utilizado o processo de paletização dos engradados de garrafas de 500 mL, visto que essas garrafas representam a maior parcela de vendas da empresa e, por conseguinte, a

maior taxa de produção. Para estas garrafas, em cada paleteira completa são distribuídos 108 engradados, sendo 18 por andar, totalizando 6 níveis (como mostrados na Figura 3).

O trabalhador abastece a paleteira com os engradados em posições especificadas e, a cada finalização do nível, adiciona uma chapa de madeira fina para separar cada andar de engradados. As pilhas com as chapas de madeiras ficam estocadas ao lado da esteira, entre o operador e a paleteira. As figuras 4, 5 e 6 mostram o trabalhador realizando essa atividade.



FIGURA 3 – Foto de um palet quase finalizado, com todos os níveis. Fonte: Pesquisa de campo (2017).



FIGURA 4 - Posição 1, pega dos engradados na esteira. Fonte: Pesquisa de campo (2017)

FIGURA 5 - Posição 2, deposição dos engradados no nível alto da paleteira. Fonte: Pesquisa de campo (2017)

FIGURA 6- Posição 3, deposição dos engradados no nível baixo da paleteira. Fonte: Pesquisa de campo (2017)

Conforme as entrevistas realizadas, dois trabalhadores revezam esse posto ao longo de suas jornadas de trabalho. A rotação acontece a cada seis paleteiras completamente



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

finalizados, o que representa, aproximadamente, duas horas de trabalho. Isto é, ao total, cada operador permanece 4 horas nessa atividade, com pausas de igual tempo de trabalho. Durante o período que o trabalhador não está realizando a atividade de paletização, este trabalha na área de inspeção visual, verificando se as garrafas estão em condições para serem comercializadas.

3.4 Aplicação do método RULA

A fim de avaliar os movimentos mais críticos do trabalhador durante a atividade de alocação dos engradados nos paletes, optou-se por usar o método RULA. O método foi aplicado diretamente para o corpo todo – não foi dividido em lados esquerdo e direito. Isso se deve ao fato de que a proposta da aplicação para esse trabalho era obter uma estimativa do risco que cada movimento, no geral, afetava o trabalhador para poder aprofundar a análise feita no posto por meio do método NIOSH.

As posições que analisadas foram: a posição de pega dos engradados de água e de deposição dos engradados no palete – na situação em que um baixo e um elevado número de paletes estão empilhados.

A posição 1, pega dos engradados (Figura 4) se refere ao momento em que o trabalhador retira o engradado do final da linha e o levanta para colocá-lo nos paletes. O escore RULA para essa posição é apresentado na tabela 2, sendo este escore pontuado no nível 3, o que significa ser necessário investigar e realizar mudanças rapidamente.

TABELA 2 – Pontuação final da posição 1.

POSIÇÃO 1										
<i>Grupos</i>	<i>Pontuação</i>	<i>Escore</i>		<i>Músculo</i>		<i>Força</i>		<i>Pontuação Total</i>	<i>Escore Final</i>	
Grupo A	Braço	3	3	+	1	+	0	=	4	6
	Antebraço	2								
	Punho	1								
	Giro de Punho	1								
Grupo B	Pescoço	2	5	+	1	+	0	=	6	
	Tronco	3								
	Pernas	2								

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A posição 2 (Figura 5), refere-se ao momento em que o trabalhador deposita o engradado em um ponto alto do palete. O escore RULA para essa posição é apresentado na Tabela 3, sendo este escore pontuado no nível 4 de ação, o que representa a necessidade de mudanças imediatas.

TABELA 3 – Potuação final da posição 2.

POSIÇÃO 2										
<i>Grupos</i>	<i>Pontuação</i>	<i>Escore</i>		<i>Músculo</i>		<i>Força</i>		<i>Pontuação Total</i>	<i>Escore Final</i>	
Grupo A	Braço	3	4	+	1	+	2	=	7	7
	Antebraço	1								
	Punho	3								
	Giro de Punho	1								
Grupo B	Pescoço	2	2	+	1	+	2	=	5	
	Tronco	1								
	Pernas	1								

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

A posição 3 (Figura 6), refere-se ao momento em que o trabalhador deposita o engradado em um ponto baixo do palete. O escore RULA para essa posição é apresentado na Tabela 4, sendo este escore pontuado no nível 4 de ação, o que demonstra a necessidade de mudanças imediatas.

TABELA 4 – Pontuação final da posição 3.

POSIÇÃO 3										
Grupos		Pontuação	Escore		Músculo		Força		Pontuação Total	Escore Final
Grupo A	Braço	5	6	+	1	+	1	=	8	7
	Antebraço	2								
	Punho	2								
	Giro de Punho	0								
Grupo B	Pescoço	1	6	+	1	+	1	=	8	
	Tronco	4 + 1								
	Pernas	2								

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Esses resultados evidenciam posturas e ações de alto risco que foram identificadas visualmente: a torção e inclinação do tronco, o giro do pescoço, os pés apoiados inadequadamente, o levantamento de cargas. Ainda existe o agravante da repetitividade. O trabalhador, nessas condições, possui elevada chance de adquirir lombalgia e lesões no ombro.

3.5 Aplicação do método NIOSH

Visando diagnosticar os riscos de distúrbios osteomusculares associadas à carga física submetida ao trabalhador, aplicou-se o método de NIOSH no posto de paletização, tendo como resultados a CLR e o IL. Os cálculos relacionados a esse método foram aplicados para todos os níveis da paleteira preenchido, sendo que o primeiro e o último nível são tidos como mais prejudiciais à coluna do trabalhador.

Alguns dados preliminares foram mensurados e anotados, antes da realização dos cálculos: a carga atualmente carregada pelo trabalhador é de, aproximadamente, 6kg, considerando as 12 garrafas de 500ml e o plásticos ao redor (engradado); a distância vertical das mãos em relação ao solo (V) é de 127 cm, dos quais 115 cm correspondem à altura total da esteira e 12 cm à altura da posição das mãos no engradado. Também foi medida a distância horizontal entre a posição das mãos no início do levantamento e o ponto médio sobre uma linha imaginária ligando os dois tornozelos (H), cujo valor é de 55 cm; a distância vertical de transporte de carga (D) varia conforme o nível do pallet; assimetria eventual do movimento em relação ao plano sagital (A) é de 90°. Analisando um período de 15 minutos, chegou-se a uma média de frequência (F) de 6 levantamentos por minuto, cujo dado foi usado para encontrar o valor de Fator Frequência de Levantamento. Por possuir pegadas laterais, o engradado pode ser enquadrado na concepção de container ideal, com interface boa, dados utilizados para encontrar o valor de Fator Qualidade da Pega.

A altura inicial (base de carregamento) é de 15 cm; a altura de um engradado de garrafa, 24 cm; e a altura da chapa de madeira, em torno de 1 cm. Assim, a altura inicial do destino da carga é de 15 cm, e para os outros níveis, a altura é aumentada em 25 cm, até chegar ao último nível, cuja altura final é de 164 cm. Esses números foram utilizados para encontrar a distância vertical de transporte de carga (D) para cada nível.

As alturas da paleteira e seus níveis são mais bem visualizados na Figura 7, que é um esquemático de um palete inteiro. Todos os valores utilizados para a realização do cálculo de NIOSH estão apresentados na Tabela 5.

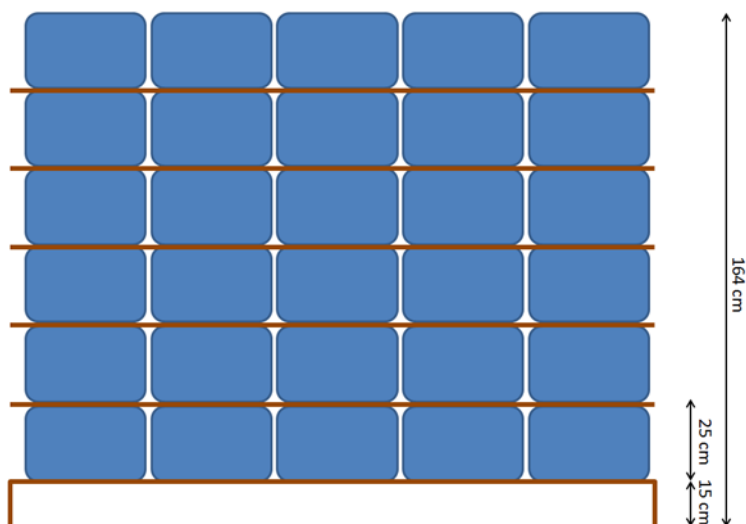


FIGURA 7 – Esquemático de uma paleteira pronta. Fonte: Elaborado pelas autores (2017).

TABELA 5 - Dados medidos no posto para a realização dos cálculos de NIOSH.

	H	V	D	A	F
1º nível	55 cm	127 cm	100 cm	90°	6 levantamentos/min
2º nível	55 cm	127 cm	75 cm	90°	6 levantamentos/min
3º nível	55 cm	127 cm	50 cm	90°	6 levantamentos/min
4º nível	55 cm	127 cm	25 cm	90°	6 levantamentos/min
5º nível	55 cm	127 cm	0 cm	90°	6 levantamentos/min
6º nível	55 cm	127 cm	49 cm	90°	6 levantamentos/min

Fonte: Pesquisa de campo (2017).

Como é possível verificar na Tabela 5, no 5º nível não há diferença de distância vertical entre a esteira e o palete, não aplicando, portanto, os cálculos de NIOSH para este andar. Nos demais, foram calculados as Cargas Limites Recomendadas e o Índice de Levantamento, apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 – Resultados obtidos pelo método NIOSH.

	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	CLR	IL
1º nível	23 kg	0,455	0,844	0,865	0,712	0,5	1,00	2,72 kg	2,21
2º nível	23 kg	0,455	0,844	0,880	0,712	0,5	1,00	2,76 kg	2,17
3º nível	23 kg	0,455	0,844	0,910	0,712	0,5	1,00	2,86 kg	2,10
4º nível	23 kg	0,455	0,844	1,00	0,712	0,5	1,00	3,14 kg	1,91
5º nível	23 kg	-	-	-	-	-	-	-	-
6º nível	23 kg	0,455	0,844	0,648	0,712	0,5	1,00	2,86 kg	1,91

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando os valores calculados, chega-se a algumas conclusões. Primeiramente, em todos os casos, a carga real do objeto está muito superior à CLR resultante. Conforme apontado por Waters et al. (1993), IL acima de 1 representam um aumento no risco de lombalgias ao trabalhador; ainda, segundo Waters et al. (1999b), esse risco aumenta quando o LI esta entre 2 e 3. Assim, é possível perceber que no posto analisado, o risco de lombalgia é alto em praticamente todos os níveis, sendo que no 4º, este risco é um pouco menor.



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

Verificando cada variável do NIOSH, os valores que mais impactam para o resultado baixo de CLR são: (i) multiplicador horizontal (HM); (ii) multiplicador de distância (DM), à exceção do 4º nível; (iii) multiplicador de assimetria (AM); (iv) e multiplicador de frequência (FM). O primeiro fator (HM) teve um valor bem baixo, pois o trabalhador fica em uma posição cuja distância H é bem elevada (55 cm), devido a um mau posicionamento dele em relação à esteira. O Multiplicador de distância (DM) atenta para a grande diferença de altura entre a esteira e o palete, especialmente no primeiro e último níveis. O Multiplicador de Assimetria (AM) aponta o grande giro de corpo que o trabalhador está tendo que fazer durante a tarefa de carregamento, o que é muito prejudicial à costas dele. Por fim, o multiplicador de frequência indica dois problemas apresentados no posto: a alta duração da atividade (aproximadamente 2 horas) e a alta quantidade de carregamento por minuto. Vale ressaltar que para este último fator, o valor utilizado é uma média em relação ao período de base; contudo, pôde-se observar durante a pesquisa de campo na empresa a existência de momentos nos quais o operador chega a realizar 12 carregamentos por minuto, enquanto que há minutos em que nenhum carregamento é realizado.

3.6 Entrevistas

Inicialmente, foi-se questionado à supervisora química da empresa sobre o número de funcionários na empresa, e sobre a rotina do trabalho. Há oito funcionários no chão de fábrica, os quais trabalham somente com uma hora e meia de folga para almoço, sem intervalos no meio dos turnos. Todos os operários são do sexo masculino, e poucas vezes tiveram que se ausentar por problemas médicos, ou acidentes, sendo que o mais grave relatado por ela ocorreu quando o operário da inspeção visual caiu de cima da máquina ao realizar a troca do rolo de plástico para empacotamento. Além disso, uma das informações importantes obtidas foi a de que não há nenhum documento visível aos funcionários dos procedimentos a serem seguidos para realização das atividades. A empresa possui tais procedimentos operacionais padrão (POP), mas, por ordem da gerência, eles não podem ficar na área da produção.

Entre os dois funcionários que revezam entre si as etapas de paletização e inspeção visual, um deles possui dezenove anos e está há um ano na empresa; o outro possui quarenta e dois anos e trabalha na empresa há somente quatro meses.

Em relação à inspeção visual, percebeu-se como positivo o fato dos funcionários poderem revezar entre as posições “em pé” e “sentada”, além de possuírem algumas ferramentas físicas que auxiliam na medição mais precisa das garrafas de água e requerem do operário uma menor atenção e concentração. O funcionário mais jovem não apresentou nenhuma queixa quanto a esse posto de trabalho, já o outro operário alegou ter tido dores de cabeça nas primeiras semanas de atividade.

No que diz respeito à paletização, a situação foi oposta: o funcionário que está há menos tempo na empresa não apresentou nenhuma reclamação, enquanto o outro operário se queixou de dores nos braços no final do dia, pelo fato da altura do último andar do palete ser muito elevada, o que dificulta o levantamento da carga até ele. Esta queixa pode ser verificada pela elevada pontuação obtida pelo método RULA para esta posição.



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

3.7 Proposições de melhorias

Os resultados do NIOSH apontam para um (IL) elevado em todos os níveis do palete, corroborando os riscos que aquela atividade está gerando aos dois trabalhadores do posto. Pela análise feita através do NIOSH, percebeu-se que os fatores que mais impactam para um alto risco em relação ao levantamento de carga são a distância horizontal das mãos, o giro de corpo, as diferenças de altura entre origem e destino da carga e a frequência de trabalho.

Visando reduzir esses riscos apresentados, acredita-se ser ideal deixar próximo aos operários os POPs, para uma mais correta execução das atividades. Além disso, algumas sugestões de melhorias são propostas: primeiramente, seria importante orientar o trabalhador a se posicionar mais próximo à esteira, reduzindo, assim, a distância horizontal das mãos. Também, posicionar o palete (destino da carga) ao lado da esteira e não ao final dessa tornaria o giro de tronco zero, ou, ao menos, um ângulo muito menor, o que acarretaria na redução do Multiplicador de Assimetria, diminuindo o estresse gerado nos músculos das costas.

Tendo como objetivo melhorar o Multiplicador de Frequência, duas sugestões são feitas. Inicialmente, como nenhum dos oito trabalhadores do chão de fábrica possui um posto de trabalho específico para permanecer (variando conforme o dia e horário de chegada), seria interessante rotacionar mais de dois trabalhadores no posto de paletização. Ao utilizar quatro pessoas ao invés de duas ao longo do dia e definir como tempo máximo de 1 hora de permanência nesse posto, o risco associado reduziria. Também, uma mudança organizacional poderia ser realizada, visando cadenciar melhor a linha de produção e padronizar os tempos na esteira; com isso, evitar-se-ia a sobrecarga no final da linha em certos tempos, conforme observado na pesquisa de campo realizada, onde havia momentos que o trabalhador realizava 12 levantamentos por minuto.

Por fim, também se sugerem algumas modificações em relação à diferença de altura entre o palete e a esteira. A primeira seria modificar a carga total de um palete de 108 engradados para 90 engradados, eliminando, assim, o último nível do palete. Para tanto, faz-se necessário verificar junto à empresa a possibilidade de tal mudança, uma vez que isto acarretaria em alterações de logístico e transporte. A outra modificação visa elevar o primeiro nível (que atualmente é de 15 cm), o que levaria a uma diminuição da diferença de altura em todos os níveis, principalmente do primeiro, por apresentar maior risco à coluna. Outra sugestão seria a substituição da paleteira simples por outras soluções mais ergonômicas, tais quais: mesas com molas; mesas hidráulicas pantográficas; mesa elevadora (manual ou hidráulica); paleteiras pantográficas; entre outras.

4 Conclusão

O presente estudo de caso, realizado na empresa de água mineral, teve como objetivo realizar uma análise ergonômica no posto paletização para distribuição, selecionado por apresentar maiores riscos ao trabalhador, devido à manutenção manual de cargas. Para tanto, foram aplicados dois métodos de análise: RULA e NIOSH, além de entrevistas.

Segundo os resultados apresentados pelos dois métodos aplicados, a atividade desse posto representa grande risco à saúde do trabalhador, sendo prejudiciais à coluna e ombros deste e aumentando as chances de lombalgias e problemas osteomusculares. Embora os dois trabalhadores que intercalam nesse posto ao longo do dia não tenham relatado nenhum desconforto em relação à coluna, a revisão da literatura feita ratifica a relação entre o



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

manuseio de cargas e o desgaste na coluna, levando ao aumento da fadiga corporal e incidência de dores na lombar ao longo do tempo. Isto pode ser comprovado pelo fato de o operador que está na empresa há mais tempo já relatar dores nos braços.

Embora a alta pontuação no RULA não garanta que problemas de alta severidade existam, o resultado obtido ao aplicar o método, no posto de alocação dos engradados no palete, confirmou o risco da atividade - que já havia sido inferido em visita ao local. O risco foi sinalizado por meio do escore (seis e sete) que as posições analisadas atingiram. Evidenciando que os movimentos feitos, como torção e flexão do tronco, podem ser a causa do surgimento de distúrbios osteomusculares.

Referências

- AGNELLI, N.; ROSA, B.; PRADO, I. Análise ergonômica de um posto de trabalho mediante a aplicação da equação do NIOSH – um estudo de caso. Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 13, 2006, Bauru. Anais. Bauro: UNESP, 2006.
- BATTINI, D.; GLOCK, C.; GROSSE E.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. Ergo-lot-sizing: An approach to integrate ergonomic and economic objectives in manual materials handling. *International Journal of Production Economics*, vol. 185, pp. 230 - 239, 2017.
- BOSCHMAN, J.; SLUITER, J.; VAN DER MOLEN, H; FRINGS-DRESEN, M. Musculoskeletal disorders among construction workers: A one-year follow-up study, 13:196, 2012.
- BRASIL. Secretaria de Previdência do Ministério da Fazenda . Adoecimento Mental e Trabalho: a concessão de benefícios por incapacidade relacionados a transtornos mentais e comportamentais entre 2012 e 2016. 1º Boletim Quadrimestral sobre Benefícios por Incapacidade de 2017. Brasília, DF, 2017. 31 p.
- BRASIL. Secretaria de Previdência do Ministério da Fazenda . Anuário Estatístico da Previdência Social 2015. Brasília, DF, v. 24, 2016 . 917 p. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2016/12/dados-anuario-estatistico-da-previdencia-social-2015-ja-esta-disponivel-para-consulta/>>. Acesso em: 14 de maio de 2017.
- CHAFFIN, D. A Longitudinal Study of Low-Back Pain as Associated with Occupational Weight Lifting Factors. *AIHAJ*, vol 34, nº 12, pp. 513 - 525, 1974.
- DUTT, M.; LAVENDER, ST.; SOMMERICH, C.; CHAUDHARI, A. Relationships between Lower Extremity Musculoskeletal Disorders Symptoms and Tibial Acceleration Measures in Distribution Center Workers. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 60, issue 1, 2016.
- EKLUD, J. Ergonomics, quality and continuous improvement - conceptual and empirical relationships in an industrial context. *Ergonomics*, vol. 40, issue 10, pp. 982 - 1001, 1997.
- GUTIÉRREZ, L.; JUAREZ-PEÑUELA, J.; URIBE-PACHECO, L. Ergonomic Assessment of Assembly Tasks in a Mexican Automotive Industry. *Advances in Safety Management and Human Factors*, em *Advances in Intelligent Systems and Computing* vol 491, pp. 487 - 494, 2016.
- HELFENSTEIN, M; GOLDENFUM, M.; SIENA, C. Lombalgia Ocupacional. *Revista da Associação Médica Brasileira*, vol. 56, no. 5, 583 - 589, 2010.
- IIDA, I. *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Blucher, 2ª edição, 2005, 614 p.
- KELSEY, J.; GITHENS, P.; WHITE III, A.; HOLFORD, T.;; WALTER, S.; O'CONNOR, T.; OSTFELD, A.; WEIL, U.; SOUTHWICK, W.; CALOGERO, J. An Epidemiologic Study of Lifting and Twisting on the Job and Risk for Acute Prolapsed Lumbar Intervertebral Disc. *Journal of Orthopaedic Research*, vol. 2, pp. 61 - 66, 1984.
- KROEMER, K.; GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre: Bookman, 5ª edição, 2005, 327 p.
- KUMAR, N. Improvement Of Physical Ergonomics Using Material Handling Systems. *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 6, issue 01, pp. 7 - 11, 2017.
- LEE, T. Lifting Strength in Two-person Teamwork. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*,



SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA

04 A 06 OUTUBRO DE 2017 - SANTA MARIA – RS - BRASIL

vol. 22, issue 2, pp. 179 - 185, 2016.

LI, K.; KOMIILI, A.; EL-RICH, M. A framework for evaluating muscle activity during repetitive manual material handling in construction manufacturing. *Automation in Construction*, vol. 79, pp. 39 - 48, 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Manual de aplicação da Norma Regulamentadora no 17. – 2 ed. – Brasília : MTE, SIT, 2002.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 7. reimp. da 1. Ed. São Paulo: Pioneira, 2004.

MOURA, P. R. C. Rotação de postos de trabalho - uma abordagem ergonômica. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

NADON, A.; VIDT, M.; CHOW, A.; DICKERSON, C. The spatial dependency of shoulder muscular demands during upward and downward exertions. *Ergonomics*, vol. 59, issue 10, pp. 1294 - 1306, 2016.

PLAMONDON, A.; DENIS, D.; DELISLE, A.; LARIVIÈRE, C.; SALAZAR, E. Biomechanical differences between expert and novice workers in a manual material handling task. *Ergonomics*, vol. 53, no. 10, pp. 1239-1253, 2010.

STAMBOLIAN, D.; ELTOUKHY, M.; ASFOUR, S. Development and validation of a three dimensional dynamic biomechanical lifting model for lower back evaluation for careful box placement. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol 54, pp. 10 - 18, 2016.

TAFAZZOL, A.; AREF, S.; MARDANI, M.; HADDAD, O.; PARNIANPOUR, M. Epidemiological and Biomechanical Evaluation of Airline Baggage Handling. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 22, issue 2, pp. 218 - 227, 2016.

TWEDE, D.; MOLLENKOPF, D.; GUZMAN-SILLER, C. A Market-Driven Investigation of Pallet Trends in Grocery Chains. *Journal of Food Distribution Research*, vol. 38, issue 1, pp. 161 - 169, 2007.

WATERS, T.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A.; FINE, L. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, vol. 36, issue 7, pp. 749-776, 1993.

WATERS, T.; PUTZ-ANDERSON, V.; BARON, S. Methods for assessing the physical demands of manual lifting: A review and case study from warehousing. *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 59, no. 12, pp. 871 - 881, 1999a.

WATERS, T.R.; BARON, S.L.; PIACITELLI, L.A. ; ANDERSON, V.P.; SKOV, T.; HARING-SWEENEY, M.; WALL, D.K.; FINE, L.J. Evaluation of the revised NIOSH lifting equation. A cross-sectional epidemiologic study. *Spine*, v. 24, n. 4, p. 386-394, 1999b.