

ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTOS DE TRABALHO DE UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE

ERGONOMIC ANALYSIS OF WORKSTATIONS IN A SMALL COMPANY

Carla Suntti* E-mail: carla.suntti@unoesc.edu.br

Gilnei Ribeiro de Medeiros* E-mail: gilnei.ribme@gmail.com

Inara Pagnussat Camara* E-mail: inara.pagnussat@hotmail.com

*Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Joaçaba, SC, Brasil.

Resumo: No contexto do sistema de produção em conjunto com os princípios básicos de ergonomia em postos de trabalho, este artigo busca apresentar um estudo de caso desenvolvido para avaliar as condições ergonômicas dos trabalhadores de uma fábrica semiautomatizada de artefatos de cimento como bloco e pavimento intertravado (paver). Buscamos discutir como a falta de interação na concepção de projetos contribui para o aparecimento de problemas ergonômicos ocasionados aos colaboradores para o desenvolvimento das tarefas. O objetivo deste estudo é um projeto de melhoria das condições dos postos de trabalho. Trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo explanado em um estudo de caso, utilizando os métodos OWAS (Ovako Working posture Assesment System) e NIOSH (Instituto Nacional Conjunto de Segurança e Saúde Ocupacional) como base. Com a aplicação dos métodos verificou-se a necessidade de ações corretivas nas atividades de movimentação de matéria prima, paletização de material e coleta do material da prensa, visando a utilização de requisitos de projeto que possibilitem aos atores envolvidos desenvolverem mudanças que beneficiem o trabalhador e qualifiquem a forma de produção.

Palavras-chave: Artefatos de cimento. Fabricação. Ergonomia. OWAS. NIOSH.

Abstract: In the context of the production system together with the basic principles of ergonomics in jobs, this article seeks to present a case study developed to evaluate the ergonomic conditions of workers in a semi-automated factory of cement artifacts such as block and interlocked pavement (paver). We seek to discuss how the lack of interaction in the design of projects contributes to the appearance of ergonomic problems caused to employees for the development of tasks. The aim of this study is a project to improve the conditions of jobs. This is a qualitative research explained in a case study, using the Ovako Working posture Assesment System (OWAS) and NIOSH (National Joint Institute of Occupational Safety and Health) as a basis methods. With the application of the methods, it was verified the need for corrective actions in the activities of raw material movement, palletization of material and collection of press material, aiming at the use of design requirements that allow the actors involved to develop changes that benefit the worker and qualify the form of production.

Keywords: Cement artifacts. Manufacturing. Ergonomics. OWAS. NIOSH.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros setores da indústria e do desenvolvimento, o setor da Construção Civil apresenta forte participação no Produto Interno Bruto Brasileiro – PIB brasileiro, chegando a representar no ano de 2018, 10% do valor total (G1 GLOBO, 2018). Ao apresentar potencial, promove mudanças e tendências para o setor

industrial, contribuindo para o fortalecimento econômico e do setor social, através da geração de empregos e aumento de postos de trabalho (OLIVEIRA, 2012). Neste contexto, um sistema de produção compreende a gestão e interação de recursos humanos, tecnológicos e informacionais com o intuito de produzir bens ou serviços, atendendo a necessidade dos clientes (CORRÊA e CORRÊA, 2017). Entretanto, os sistemas de produção passaram por evoluções e alterações nos produtos, nos processos, na tecnologia e no volume de produção, substituindo de maneira crescente a produção manual para a produção direcionada por máquinas e equipamentos e recentemente por ferramentas computacionais (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010; CANTON, *et al.*, 2019).

Estas alterações nos processos acarretam mudanças no ambiente produtivo, desde aspectos estruturais, econômicos, ambientais e conseqüentemente no layout dos postos de trabalho. O objeto de estudo do presente artigo, uma fábrica semi-automatizada, apresenta a necessidade da contemplação de um planejamento extensivo e de um gerenciamento adequado dos aspectos operacionais com foco na eliminação de danos a saúde do trabalhador e minimizando acidentes de trabalho. Surge ainda, a necessidade da observação da segurança no trabalho e os impactos financeiros, provenientes de acidentes, doenças ocupacionais e más condições ambientais. Tais fatores podem comprometer a competitividade da empresa e até mesmo sua sobrevivência no mercado (OSTROVSKI, 2014).

Pretende-se com esta pesquisa, analisar as diversas funções e atividades exercidas, as dores lombares e lesões, os quais são alguns dos problemas atribuídos a saúde e segurança ocupacional de ocorrência frequente, quando analisadas atividades manuais de levantamento de carga (WATERS, 1994).

Para tal, é realizado um estudo de caso em uma empresa de fabricação semi-automatizada de artefatos de cimento, com aplicação das ferramentas de avaliação biomecânica (OWAS e equação NIOSH) visando parâmetros e permitindo propor melhorias na execução das atividades. Os resultados preliminares nos mostram a necessidade de ações corretivas em diversas atividades, evitando a diminuição de produtividade e melhorando a saúde dos colaboradores. Ainda um layout diferenciado considerando uma melhor eficácia na realização de trabalhos, visto que os artefatos de concreto por si, possuem um peso considerável nas atividades repetitivas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a International Ergonomics Association (IEA, 2020), a definição de ergonomia deriva do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis). Logo se trata de uma disciplina que se ocupa do entendimento das interações entre seres humanos e outros elementos presentes no sistema, que aplica os princípios e os métodos ordenados com o objetivo de otimizar o bem-estar e o desempenho global em atividades de trabalho.

A Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, com base na interação do ser com o ambiente, máquinas/equipamentos e a atividade produtiva de modo geral. As características do trabalho devem ser projetadas e planejadas para moldar-se ao homem de modo que este possa desempenhar suas atividades e alcançar resultados desejados, preservando sua saúde. Entretanto, os ambientes de trabalho devem ser projetados de modo que os layouts não necessitem de adaptações corretivas constantes, pois, tais adaptações nem sempre são passíveis de ajuste devido a variabilidade de condicionantes, restando o desenvolvimento da interdisciplinaridade e interação do sistema homem-máquina-ambiente (IIDA, 2005).

Entendemos que, o uso da ergonomia deveria ser pensado ainda na concepção de projetos arquitetônicos, permitindo detalhamentos precisos de atividades e aplicando as normas e parâmetros ergonômicos existentes aos diferentes postos de trabalho. Quando isso não acontece, os desafios e os custos são muito maiores, seja para adaptar os postos ao trabalho humano ou para corrigir erros, estruturas ou maquinários não pensados de maneira eficiente nas etapas projetuais e executivas. Abaixo apresentamos as principais descrições, normativas e métodos na compreensão da ergonomia enquanto necessidade básica projetual.

2.1 Domínios da Especialização da Ergonomia

É importante salientar que a ergonomia não se refere apenas a problemas físicos visíveis, como dores lombares ou esforços repetitivos. Sua abordagem é muito mais ampla de acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2020) a qual traz a descrição de três domínios de especialização da ergonomia, sendo eles:

- Ergonomia Física: Relacionada ao fator fisiológico, anatômico, antropométrico e biomecânico do ser humano. Abrangem estudos correlatos a postura, manuseio de materiais, movimentos repetitivos,

distúrbios osteomusculares, projeto de postos de trabalho, saúde e segurança.

- Ergonomia cognitiva: Corresponde aos processos mentais de memória, raciocínio, percepção, coordenação motora. Estuda basicamente a carga mental, tomadas de decisão, desempenho e performance, interação homem-máquina, estresse e treinamentos de relação do homem com sistemas.
- Ergonomia organizacional: Está vinculado às estruturas organizacionais e suas políticas e procedimentos. Os tópicos abordados são a cultura organizacional, trabalho cooperativo, organizações em rede, trabalho em grupo, novos paradigmas, comunicações gerenciamento de recursos, entre outros itens.

2.2 Norma Regulamentadora 17

As Normas Regulamentadoras – NR, relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatórias às empresas, instituições, organizações e órgãos, que possuam quadro funcional regido pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Considerando o caráter obrigatório, o não cumprimento destas normativas prevê a aplicação de penalidades previstas na legislação pertinente. O Brasil possui 37 normas regulamentadoras, das quais destacamos a norma regulamentadora número 17.

A NR 17 (2018) trata de forma específica os fatores ergonômicos relacionados ao ambiente de trabalho. Em síntese a norma aborda o levantamento, transporte e descarga individual de materiais, mobiliário dos postos de trabalho, equipamentos dos postos de trabalho, condições ambientais do trabalho e organização do trabalho, trazendo ainda em seus anexos uma visão mais detalhada para o trabalho dos operadores de checkout e tele atendimento/telemarketing. Existem ainda, outras normas, as Normas Regulamentadoras Brasileiras (NBRs) que abordam em seus contextos sobre a ergonomia: NBRs 20646/17; 11226/13; 11228/17; 15535/15; 16982/14; 20282/16; 9241-143/14; 2141-151/11; 9241-210/11.

2.3 A metodologia OWAS

Talaka *et al.* (2010) citam o Ovako Working posture Assessement System (OWAS) e sua criação, que foi formulado na Finlândia, na empresa OVAKO OY, um dos principais produtores europeus de barras e perfis de aço. Este sistema foi utilizado para avaliar carga de trabalho no processo de reparo de fornos de fundição. Inicialmente o sistema OWAS avaliava cerca de 72 posturas estabelecidas fotografando as posturas de trabalho usadas em diferentes áreas de trabalho no OVAKO OY.

O índice de confiabilidade foi analisado e validado por um grupo de engenheiros (nacionais e internacionais) previamente treinados no método. As observações foram feitas por dois engenheiros em dois trabalhadores durante dois turnos de trabalho distintos. Os resultados encontrados pelos dois grupos foram aproximadamente semelhantes. Mais tarde, eles estabeleceram quatro categorias de risco, sendo a primeira relacionada posturas normais sem recomendações de qualquer tipo para atividade corretiva. A segunda e terceira categorias posturas em questão com algum risco com recomendações para ações corretivas a serem tomadas no médio prazo. A quarta categoria referia-se a posturas inaceitáveis com recomendações para medidas corretivas imediatas (KARHU *et al.*, 1977)

Atualmente o método, através da Institution of Occupational Safety and Health (IOSH), conta com 252 posturas, classificadas em quatro categorias de ação (indicadores de necessidades de mudanças ergonômicas) estando subdividida e identificada pelas posturas de trabalho mais comuns para as costas (4 posturas), braços (3 posturas), pernas (7 posturas) e o peso da carga manipulada (3 categorias). A postura do corpo inteiro é descrita por essas partes do corpo com um código de quatro dígitos. As observações, ainda, são feitas como imagens e a amostragem geralmente ocorre com períodos frequentes.

2.4 A metodologia NIOSH

O termo NIOSH significa National Institute for Occupational Safety and Health - Instituto Nacional Conjunto de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) (DUL; WERDMEESTER, 2004). De acordo com Waters (1994), no ano de 1981 foi publicado o Manual Prático de trabalho para elevação manual, cujo conteúdo aborda as precedências analíticas e uma equação de elevação para calcular um peso

recomendado para tarefas de levantamento simétricas específicas, com duas mãos, e uma abordagem para controlar os riscos de lesões lombares decorrentes do levantamento manual.

A abordagem do controle de riscos foi acoplada ao limite de ação, um termo resultante que denotava o peso recomendado derivado da equação de elevação. A equação foi revisada em 1991, contando com o acréscimo de fatores e fornecendo métodos para avaliação de tarefas de elevação assimétricas e com diferentes tipos de qualidade de pega (mãos/objeto). Essas condições novas permitiram diretrizes para uma gama mais variada de tarefas.

Ribeiro *et al.* (2009) citam que a equação NIOSH está vinculada ao princípio de que riscos de distúrbios osteomusculares variam positivamente conforme a distância entre o limite de peso preconizado e o peso manejado efetivo, ou seja, o quociente da relação entre o peso da carga levantada (real) (PR) e o peso de carga recomendada (LPR) é importante para a análise da atividade de levantamento manual de cargas. O resultado é chamado de índice de levantamento (IL). Ainda de acordo com os autores, a equação do NIOSH obedece a equação 1 para cálculo de limite de peso recomendado:

$$LPR = 23 \cdot \left(\frac{25}{H}\right) \cdot [1 - (0,003 \cdot |V - 75|)] \cdot \left[0,82 + \left(\frac{4,5}{D}\right)\right] \cdot [1 - (0,0032 \cdot A)] \cdot F \cdot C \quad (1)$$

Onde:

LPR: Limite de Peso Recomendado;

H: Distância Horizontal entre a carga e o operador;

V: Distância Vertical entre a origem e o destino de carga;

D: Deslocamento Vertical entre a Origem e o Destino de carga;

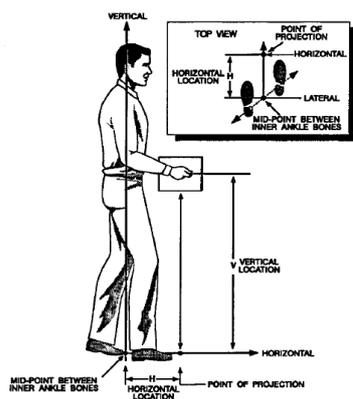
A: Ângulo de Simetria medido a partir do plano sagital;

F: Frequência média de levantamentos

C: Qualidade de Pega

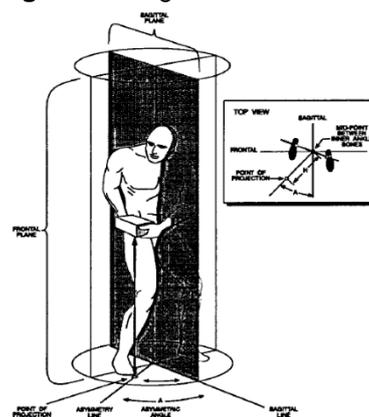
A Figura 1 e a Figura 2 apresentam os modelos gráficos de pega e ângulo de assimetria, demonstrando de forma ilustrativa as variáveis para cálculo do Limite de Peso Recomendado (LPR).

Figura 1 - Representação Gráfica da Pega



Fonte: Waters (1994).

Figura 2 - Ângulo de Assimetria (A)



Fonte: Waters (1994).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da empresa

O presente estudo foi realizado durante o mês de abril de 2020 na empresa denominada “Estudo de Caso” a qual atua na fabricação de artefatos de cimento pelo processo semiautomático com prensa hidráulica. A empresa é de pequeno porte, com capacidade produtiva para 2.200 peças de bloco de vedação ou estrutural (14 cm largura x 19 cm de altura x 39 cm de comprimento) ou 140 m de paver de 6 cm de altura. Também são produzidos outros materiais, como meio bloco, canaleta, paver de 8cm e 10cm, porém os denominados anteriormente são os mais vendidos. O quadro funcional da empresa é composto por 03 colaboradores no setor administrativo, 08 colaboradores no setor de produção (01 encarregado, 03 operadores de prensa e 04 auxiliares de produção) e 01 colaborador para entrega do produto finalizado para o cliente.

Para entendimento do modo de produção da empresa, foi verificado in-loco quais são suas demandas, como são divididas as tarefas entre os trabalhadores e como as atividades são executadas. A partir da obtenção destes dados, foi iniciado o diagnóstico da condição ergonômica.

Para a análise de posturas utilizou-se o Software ERGOLÂNDIA versão 7.0, programa que foi desenvolvido pela FBF SISTEMAS com o intuito de auxiliar profissionais e empresas na área de Segurança e Saúde Ocupacional. Conta com 26 ferramentas ergonômicas para diversas aplicações, visando a melhoria das condições de trabalho.

3.2 Método OWAS

A aplicação do método OWAS leva em conta as posturas das costas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), Braços (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), pernas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e tipo de esforço, caracterizado pela massa de levantamento e movimentação (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 1 – Postura das costas

Costas	Resultado
Ereta	1
Inclinada	2
Ereta e torcida	3
Inclinada e torcida	4

Fonte: Adaptada de Ilda (2005).

Tabela 2 – Postura dos braços

Braços	Resultado
Dois braços acima dos ombros	1
Um braço no nível do ombro	2
Ambos os braços no nível ou acima dos ombros	3

Fonte: Adaptada de Ilda (2005).

Tabela 3 – Postura das pernas

Pernas	Resultado
Sentado	1
De pé com ambas as pernas esticadas	2
De pé com o peso de uma das pernas esticadas	3
De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados	4
De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados	5
Ajoelhado em um ou ambos os joelhos	6
Andando ou se movendo	7

Fonte: Adaptada de Ilda (2005).

Tabela 4 – Esforços e Cargas

Esforço	Resultado
Carga menor ou igual a 10kg	1
Carga maior que 10kg e menor que 20kg	2
Carga maior que 20kg	3

Fonte: Adaptada de Ilda (2005).

Os resultados obtidos através das tabelas de posturas e esforços, cujo valor final indica um nível de risco, sendo:

- Categoria 1: postura normal, não é necessária a adoção de medidas corretivas;
- Categoria 2: postura requer a adotadas medidas corretivas em futuro próximo;
- Categoria 3: postura requer a adoção de medidas corretivas assim que possível;
- Categoria 4: postura que deve merecer atenção imediata.

A interface do software Ergolância 7.0, está representada na Figura 1, onde cada postura e esforço, pode ser alimentado através do preenchimento dos campos selecionáveis. O resultado aparece automaticamente no campo de ação, tornando o software atrativo e muito eficaz na busca por resultados precisos de ergonomia aplicada ao trabalho humano.

Figura 1 - Interface OWAS Ergolância

MÉTODO OWAS

Tarefa: [dropdown]
Descrição da tarefa: [text field]
Porcentagem de tempo nesta tarefa: [input] %

Postura das costas

C1 C2 C3 C4

1. Ereta
2. Inclinação
3. Ereta e torcida
4. Inclinação e torcida

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

INFORMAÇÕES

Postura dos braços

C1 C2 C3

1. Os dois braços abaixo dos ombros
2. Um braço no nível ou acima dos ombros
3. Ambos os braços no nível ou acima dos ombros

Postura das pernas

C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7

1. Sentado
2. De pé com ambas as pernas esticadas
3. De pé com o peso de uma das pernas esticadas
4. De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados
5. De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados
6. Ajoelhado em um ou ambos os joelhos
7. Andando ou se movendo

Esforço

C1 C2 C3

1. Carga menor que 10 Kg
2. Carga entre 10 e 20 Kg
3. Carga maior que 20 Kg

CATEGORIA DE AÇÃO

Fonte: Os autores (2018).

3.3 Método NIOSH

O método consiste no cálculo do limite de peso a ser levantado, respeitando os limites e condições seguras para o operador. São identificadas as medidas do posto de trabalho, observando as variáveis “**H** – Distância Horizontal entre as mãos e o ponto médio dos tornozelos”, “**V** – Distância vertical entre as mãos e o chão”, “**D** – Distância vertical percorrida pela carga durante a tarefa de levantamento”, “**A** – Ângulo de Torção do tronco”, “**F** – Fator de frequência (tabelado)”, “**QP** – qualidade de pega (tabelado)” e “**P** – massa de carga”. Os resultados obtidos são o “**LPR** – Limite de Peso Recomendado” e “**IL** – Índice de Levantamento” dado por $IL=P/LPR$.

O resultado do cálculo LPR indica o valor máximo a ser levantado, expresso em Kg, e o IL deve ser interpretado com as seguintes características:

$IL \leq 1$ – Não há riscos elevados de desenvolver dor na região lombar

$IL > 1$ – Pode haver riscos elevados de desenvolvimento de dor na lombar.

Logo, quanto maior o valor de IL, maior será o nível de risco. Os aspectos fisiológicos variam de organismo para organismo, o que determina que alguns trabalhadores podem aguentar IL acima de 1, sem promover maiores riscos. No entanto, há um consenso, entre especialistas, que todos os trabalhos estão sujeitos a um risco elevado quando o valor de IL for acima de 3.

Figura 2 - Interface - NIOSH Ergolândia

MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador

Empresa

Setor

Função

Peça Levantada

H

V

D

A

F

QP

P

LPR

IL

CALCULAR

LEGENDA

H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm
V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm
D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm
A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus
F - Fator Frequência.
QP - Qualidade da Pega.
P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg
LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg
IL - Índice de Levantamento.

SALVAR DADOS

BANCO DE DADOS

CONTROLE DE IL

INFORMAÇÕES

LIMPAR CAMPOS

Fonte: Os autores (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da demanda

O objetivo da demanda foi verificar as condições de trabalho na fábrica, desde a movimentação da matéria prima para preparação da massa, a operação da prensa hidráulica, até a paletização do material para posterior entrega ao cliente, bem como identificar as posições ergonômicas durante a execução das atividades. Precisamos compreender todo processo de trabalho para que, as análises fossem precisas e coerentes com a atividade realizada pelo trabalhador.

A demanda das atividades realizadas pelos trabalhadores na fábrica exige uma série de esforços físicos e postura correta do operador, desde a movimentação de cargas, como a necessidade de abaixar-se, pegar o material e colocá-lo sobre o palete, até esforços repetitivos na operação da prensa. Para esta análise, foram desconsideradas as atividades desenvolvidas pelo setor administrativo e pelo setor de entrega do produto ao cliente, por questões logísticas e pelo baixo número de trabalhadores nestas atividades.

4.2 Análise da tarefa

Dados referente às entradas: Os auxiliares de produção devem encaminhar o material necessário para a produção da massa conforme produto a ser preparado na prensa. Os operadores de prensa devem realizar a mistura dos agregados (matéria prima) no misturador, bem como realizar os comandos de vibração e prensa do material. Em seguida, são os auxiliares de produção que retiram o material da prensa, alocam em cavaletes para serem encaminhados para a cura. O encarregado de produção, com auxílio da empilhadeira leva os cavaletes para as estufas e traz o material já curado para que os auxiliares façam a paletização, para depois, o encarregado alocar o material paletizado no pátio para a venda e/ou entrega ao cliente.

Dados referente às informações: No desenvolvimento das tarefas, o encarregado da produção recebe as informações do setor administrativo, conforme a programação que deve ser feita no dia e dá os encaminhamentos para o setor de

produção. Os dados relativos à quantidade, tipo de produto são repassados aos operadores da prensa e aos auxiliares de produção para que cada um deles saiba o que será necessário fazer.

Dados referente às ações: As ações tomadas pelos operadores da prensa e os auxiliares de produção estão relacionadas às ordens recebidas pelo encarregado de produção, variando conforme o dia e a demanda da produção.

Dados referente às saídas: As saídas constituem os produtos finalizados e paletizados, prontos para serem entregues ao cliente. O encarregado de produção deve informar ao setor administrado o resultado da produção diária e possíveis ocorrências na produção (necessidade de manutenção, falhas no processo, entre outros).

4.3 Ambiente físico

O local de execução das tarefas é um ambiente construído em alvenaria e chapas metálicas, piso de concreto alisado, sem forro, cobertura em estrutura e telhas metálicas, iluminação natural por abertura frontal na estrutura complementada por luminárias com lâmpadas fluorescentes. A ventilação natural ocorre por abertura frontal na estrutura. Também existe uma área de pátio aberto, onde ficam os produtos finalizados, sendo o encarregado o responsável pela organização e manutenção deste local.

4.4 Análise da atividade

A atividade é realizada conforme a demanda do setor administrativo, porém existem alguns gargalos que vão direcionar o início diário da produção, como quantitativo de cavaletes e espaço na estufa. O encarregado é o responsável para repassar para os auxiliares de produção e operadores de prensa quais as primeiras atividades a serem desenvolvidas, sendo muitas vezes iniciadas pelo processo de paletização, onde todos atuam nesta atividade. Estas demandas diversificadas ocorrem por se tratar de uma empresa de pequeno porte, onde a organização e fluxo depende das mesmas.

4.5 Descrição das atividades de trabalho

Os auxiliares de produção, após receberem as informações do encarregado realizam as seguintes atividades, sendo identificadas 03 possibilidades:

- **Movimentação de matéria prima** – Carregamento dos agregados com auxílio do carrinho de mão. Os auxiliares vão até as baias dos agregados (areia, pedrisco e pó de pedra) (Figura 5) e com auxílio da pá, carregam o carrinho de mão (Figura 6) para despejar na caçamba, a qual está alocada em cota inferior ao nível do pavimento (Figura 7).

Figura 5 – Baias dos agregados



Figura 6 – Carrinho de mão



Figura 7 - Caçamba



- **Coleta do material na prensa** – Esta atividade ocorre com o auxílio de guincho de coluna elétrica. A prensa hidráulica produz três blocos por prensagem e devido ao peso total (em média 25 kg) o auxiliar faz a retirada com auxílio do guincho de coluna elétrica (Figura 8) e aloca o mesmo nos cavaletes (Figura 9). Quando é feita a produção de paver o peso total pode variar de 12 a 20 kg, conforme a espessura que está sendo fabricada (4 a 8 cm), nas situações de menor peso a coleta pode ser manual, naquelas em que o peso está em torno de 20 kg a retirada é feita com o guincho, sendo então alocado nos cavaletes.

Figura 8 – Retirado do material da prensa



Figura 9 – Colocação do material no cavalete



- **Paletização do material:** À medida que os materiais já passaram pelo período de cura, eles são trazidos pelo encarregado com a empilhadeira (Figura 10) para que os auxiliares façam a paletização (Figura 11). Os auxiliares buscam os paletes de madeira com auxílio de um carrinho (ou de forma manual), fazem a retirada dos materiais do cavalete e organizam os mesmos sobre os paletes no nível do pavimento (chão). Completada a quantidade padrão de paletização, é colocada a folha de rosto com as informações do lote e passado um plástico filme para embalar e dar mais estabilidade. No final de cada paletização, os auxiliares varrem o local devido ao acúmulo de material grosseiro que é gerado nesta etapa.

Figura 10 – Material no cavalete



Figura 11 – Paletização de bloco



Os operadores de prensa, além de executar as atividades citadas anteriormente, desempenham também as seguintes atividades:

- **Preparação da massa** – Esta etapa é feita no misturador. Após a caçamba ser preenchida com os materiais necessários para a fabricação o produto, o operador aciona o comando para que ela suba e faça o descarregamento no misturador (Figura 12). Nesta etapa o operador liga o sistema de água e faz a verificação da qualidade do material. Quando a massa está pronta é aberto uma comporta e o material vai para a esteira que alimenta a prensa hidráulica.

Figura 12 – Alimentação do misturador.



Figura 13 – Comandos prensa hidráulica



- **Prensagem do material.** Na prensa, o operador trabalha com 04 comandos de alavancas manuais e dois pedais (Figura 13). Utilizando a alavanca 02, ele faz o deslocamento da tábua para iniciar o ciclo de prensagem do material. Com a alavanca 01 ele direciona a gaveta para enchimento do molde com os agregados. Conjuntamente a este procedimento, utiliza-se o pedal 01 para a vibração, possibilitando desta forma melhor acondicionamento do material dentro do molde. Com o molde cheio utiliza-se a alavanca 04 para baixar o contra molde e desta forma em movimentos repetitivos proceder a prensagem. Completada a prensagem, aciona-se a alavanca 03 para elevação do contramolde juntamente com o molde, para que o material possa ser coletado.

4.6 Aspectos organizacionais

Os aspectos organizacionais que influenciam nas atividades dos auxiliares e operadores de prensa são:

- Durante a paletização, o corpo executa movimentos em posturas constrangedoras;
- Na movimentação de matéria prima o peso da carga compromete a coluna dos auxiliares;
- No momento de colocar o material do cavalete não são adotadas posturas adequadas, comprometendo coluna e joelho;
- O rodízio entre os auxiliares de produção proporciona uma redução da carga de trabalho.

4.7 Diagnóstico do estudo de caso através do método OWAS e NIOSH

Após as análises e verificações locais apresentadas, para a análise ergonômica dos trabalhadores aplicou-se os métodos OWAS e NIOSH, conforme melhor enquadramento das atividades realizadas pelos trabalhadores. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5 e discutidos na sequência.

Tabela 5 – Resultados da análise ergonômica dos trabalhadores.

Atividade	Método	
	Limite de Peso Recomendado	Índice de Levantamento
Movimentação de matéria prima	21,52 kg	1,859 (Ruim). Bom <1
Paletização do material	9,864 kg	1,419 (Ruim). Bom <1
Coleta do material na prensa	São necessárias ações em um futuro próximo	
Preparação da massa	São necessárias ações em um futuro próximo	
Prensagem do material	Não são necessárias medidas corretivas	

Pelo diagnóstico realizado, verifica-se que são necessárias várias medidas com o intuito de melhorar as condições ergonômicas dos trabalhadores. Dentre as atividades executadas, a prensagem do material foi a única que não requer momentaneamente medidas corretivas. Ressalta-se que, embora tenha sido

verificado alguns movimentos repetitivos, o operador não fica executando esta atividade em todo o seu turno de trabalho, uma vez que intercala com outras atividades e com os outros operadores de prensa, sendo realizado rodízio entre as equipes de trabalho.

A movimentação de matéria prima, conforme apontado pelo método NIOSH ficou classificada como ruim, visto que o Limite de Peso Recomendado - LPR deve ser 21,52kg e o trabalhador está levantando uma carga de 40kg, o que eleva a exigência biomecânica e ergonômica do trabalhador. Pereira *et al.*, (2015) evidenciam que estas condições não são ergonômicas e deve-se fazer uma redução no peso manipulado. Em seu estudo, os referidos autores identificaram que 57% dos serventes e pedreiros registraram estar sentindo ou ter experimentado episódio de dor lombar devido ao transporte inadequado de materiais.

Cordeiro Júnior *et al.*, (2017) elaboraram uma adaptação no carrinho de mão visando melhorar a postura ergonômica, visto que o carrinho fora projetado para pessoas com altura média de 170 cm. De acordo com o estudo, a adaptação manteve uma pega ideal e permitiu uma redução no impacto negativo à coluna e os membros superiores dos trabalhadores. O intuito da adaptação corrobora com o preconizado por Pereira *et al.*, (2015), os quais ressaltam que para a elevação do peso a ser manipulado possa ser considerada aceitável, respeitando o limite estabelecido pelo próprio NIOSH de 23kg para um transporte manual individual de carga, as dimensões e frequência de levantamento precisariam ser adaptadas aos trabalhadores. Desta forma, sugere-se para a empresa “Estudo de Caso” que utilize a proposta de Cordeiro Júnior *et al.*, (2017) para que o carrinho de mão seja adaptado às condições dos trabalhadores.

Em relação ao uso da pá, para o carregamento dos agregados no carrinho de mão, Barbosa (2019) orienta que o trabalhador deve ficar em frente ao material, de maneira firme, colocando o pé tão próximo da pá quanto possível, deslocar o peso do corpo para o pé que estiver mais perto da pá, introduzir a pá com o auxílio da perna no material a ser removido, levantar-se, transferindo o peso do corpo para o outro pé, manter o cabo da pá próximo ao seu corpo, deslocar a perna na direção do arremesso. Não deve dobrar nem girar o corpo simultaneamente.

Para a análise da paletização foi considerada a pior situação, ou seja, paletizando bloco estrutural (peso de 14kg), em que o auxiliar precisa pegar a peça na prateleira inferior do cavalete e faça um movimento de 45° para alocar no palete.

De acordo com o resultado pelo método NIOSH o LPR ficou em 9,8 kg se o trabalhador executar a atividade deste modo, sendo classificada como ruim. Barbosa (2019) apresenta algumas orientações que podem ser aplicadas para o processo de paletização, como: pegar a carga o mais próximo do corpo; não flexionar o tronco (dobrar a coluna) quando abaixar para pegar uma carga; sempre que for levantar ou movimentar uma carga, mantenha uma postura de base: pernas afastadas umas das outras, joelhos semi flexionados, coluna ereta, braços próximos ao corpo (braços na vertical).

Para a execução da paletização, sugere-se a adoção de um equipamento que mantenha o palete na altura da cintura do trabalhador, sendo possível baixá-lo conforme for aumentado a altura da carga e assim evitando que o trabalhador faça movimentos inadequados para a coluna. Também se sugere que o cavalete fique o mais próximo possível do palete para que o trabalhador não faça rotações durante a pega e colocação do bloco.

Após a paletização do material, os auxiliares precisam realizar a varrição dos materiais e a sugestão é que a vassoura seja adaptada, conforme proposto por Figueiredo *et al.*, (2019) os quais construíram um protótipo com adaptador de ângulos que permite a movimentação das cerdas da vassoura, ao mesmo tempo em que mantém o momento da força que é aplicada durante a operação.

A coleta do material na prensa é executada com o auxílio do guincho, facilitando a execução da atividade e reduzindo o esforço. Contudo, observou-se que no momento de colocar no cavalete, nas prateleiras inferiores, o auxiliar fica em uma postura inadequada, forçando os joelhos e coluna, o que foi apontado pelo método OWAS como necessário de correções num futuro próximo. Para esta situação, a sugestão seria não utilizar as prateleiras inferiores, porém seriam necessários um número maior de cavalete e por consequência, mais espaço dentro das estufas. O mais indicado é um treinamento para execução da atividade, realizando agachamentos de forma correta.

Na preparação de massa foi considerado um menor tempo requerido, pois essa atividade tem menor frequência. É uma atividade que não há esforço físico, porém o operador precisa subir até o patamar superior, verificar a qualidade da massa e por vezes se abaixar. A sugestão é que seja feito um treinamento para que o operador faça os movimentos ergonomicamente corretos.

Para a prensagem do material, verifica-se que é uma atividade executada sentada e que exige atenção na execução dos comandos com as alavancas. Não há levantamento de carga, porém os comandos com as alavancas são executados de forma repetitiva. O método OWAS apontou que não há necessidade de medidas corretivas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as diversas ferramentas de observação desenvolvidas e disponíveis para a análise das condições biomecânicas, adotou-se as metodologias OWAS e NIOSH, como parâmetros de condições ergonômicas dos postos de trabalho de uma empresa de pequeno porte, do segmento de fabricação de artefatos de cimento pois entendemos serem as mais adequadas e precisas para este tipo de análise.

Primeiramente, introduzimos os aspectos organizacionais e operacionais, através dos quais, os colaboradores estão expostos, para compreensão do processo de produção e atividades realizadas por estes trabalhadores. E através da análise qualitativa (posicionamentos) e quantitativa (pesos e cargas), com o auxílio da ferramenta computacional nos permitiu compreender o processo e gerar conclusões sobre a necessidade imediata de revisão dos postos de trabalho e do ambiente de exposição. As ferramentas não demonstram vantagem, uma em relação a outra, e sim, o intuito de fundamentar a criticidade da análise, para melhorias presentes e futuras.

A empresa estudada apresentou algumas alternativas para aumento na qualidade nos postos, tais como rodizio, variação de tarefas e uso de guincho em tarefa específica. Entretanto, algumas medidas precisam ser revisadas, dando atenção aos treinamentos posturais, limitação de cargas e posturas, procedimentos operacionais, entre outras variantes. No estudo da ergonomia em postos de trabalho, é importante ressaltar, novamente, que é o trabalho que deve ser adaptado ao homem e não o processo inverso.

Caso tais sugestões não sejam possíveis e/ou eficazes, as propostas de melhorias devem vir acompanhadas de mudanças de infraestrutura e engenharia, através da adoção do uso de equipamentos específicos para movimentação de cargas e posicionamento de peças/componentes fabricados. As sugestões de engenharia podem ser diversas, tais como transportadores de materiais, adaptação de layout,

manipuladores e braços de “peso zero”, pontes rolantes, monovias e talhas elétricas, bem como a automatização da linha. Todos esses fatores de melhoria devem estar alinhados com a necessidade e capacidade econômica da empresa, em prol da qualidade de vida dos seus trabalhadores, reduzindo assim, a possibilidade de acidentes, lesões, cansaço excessivo, fadiga e outros aspectos que possam gerar afastamentos, danos e prejuízos aos colaboradores.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **O que é ergonomia**. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 30 mar. 2020.

BARBOSA, R. V. B. **Cartilha de orientações ergonômicas posturais preventivas e ginástica laboral para trabalhadores da Mauricéa Alimentos**. 1 ed. Luís Eduardo Magalhães, 2019.

CANTON, J. A., FONTES, A. R. M., TORRES, I., OLIVEIRA, T. M., MARQUES, T. L. Discussão pós implantação das possíveis contribuições da ergonomia no projeto de automatização das linhas de produção. **Revista Produção Online**, v.19, n.4, p.1327-1344, 2019.

CORDEIRO JÚNIOR, Wellington de Melo *et al.* Carrinho de mão com adaptação de altura: uma proposta de melhoria ergonômica. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, VII., 2017, Ponta Grossa. Anais [...]. Ponta Grossa: ABREPRO, 2017. p. 01-09.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços uma abordagem estratégica**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

DUL, J. WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, F. M. Definições e conceitos fundamentais. *In*: DUL, J. WEERDMEESTER, B. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 1 Ed. São Paulo: Atlas, 2010, cap. 1, p. 1-16.

FIGUEIREDO, M. V. C. *et al.* Regulador de ângulos de vassouras para lavagem de rodas de carros em lava-jatos do centro-oeste mineiro: criação de um produto. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. Anais [...], Santos: ENEGEP, 2019. p. 01-15.

G1 GLOBO. **Emprego, PIB, qualidade de vida**: conheça as contribuições da construção civil para o Brasil: Cadeia de valor do setor movimenta 10% do PIB e emprega 10 milhões de trabalhadores. 2018. Disponível em:

<https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/2018/12/17/emprego-pib-qualidade-de-vida-conheca-as-contribuicoes-da-construcao-civil-para-o-brasil.ghtml>. Acesso em: 17 abr. 2020.

IEA. **What is Ergonomics?** Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>. Acesso em 28 abr. 2020.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2 ed. rev. ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KARHU O., KANSI P., KUORINKA I **Correcting working postures in industry**: A practical method for analysis. Appl Ergon 8, 1997.

NR-17 ERGONOMIA. **Coordenadoria de Gestão Normativa e Jurisprudencial**. Disponível em: http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_17.html Acesso em: 24 mar. 2020.

OLIVEIRA, V. F. O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA. Anais [...] Taubaté, 2012.

OSTROVSKI, T. L. F. **Análise de Riscos em uma Fábrica de Artefatos de Cimento**. Monografia de Especialização. UTFPR, 2014.

OWAS. OWAS. 2009. Disponível em: <https://www.iosh.com/media/1692/owas.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PEREIRA, C. C. *et al.* Análise do risco ergonômico lombar de trabalhadores da construção civil através do método NIOSH. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**: Revista de Produção Online, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 914-924, 2015.

RIBEIRO, I. A. V. *et al.* Análise ergonomia do trabalho em unidades de beneficiamento de tomates de mesa: Movimentação manual de cargas. **Ciência Rural**. v. 39, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n4/a143cr645.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

TAKALA E. P.; PEHKONEN I.; FORSMAN M.; HANSSON G. A.; MATHIASSEN S. E.; NEUMANN W. P.; SJØGAARD G.; VEIERSTED K. B.; WESTGAARD R. H.; WINKEL, J. **Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work**. Scand J Work Environ Health 36, 3 – 24. Disponível em: https://www.sjweh.fi/show_abstract.php?abstract_id=2876. Acesso em: 28 mar. 2020.

WATERS, T.R. *et al.* **Applications manual for revised NIOSH lifting equation**. 1994. On line. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/pdfs/94-110.pdf>. Acesso em: 08 abril. 2020.



Artigo recebido em: 07/01/2021 e aceito para publicação em: 03/01/2023
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i3.4204>