ABERGO 2023
XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA
XVI FÓRUM DE CERTIFICAÇÃO DO ERGONOMISTA BRASILEIRO
XVII FÓRUM DOS GRUPOS TÉCNICOS DA ABERGO

MANUSEIO DE CARGAS EM UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA: MEDIDAS ORGANIZACIONAIS OU MECANIZAÇÃO PARA MITIGAR OS RISCOS DE ADOECIMENTO DO TRABALHADOR?

Autores
Dayane Patrícia Carvalho Barbosa, SESI/FIEMG, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, dpcarvalho@fiemg.com.br
Elaine Cristina Silva, SESI/FIEMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, elaine.cristina@fiemg.com.br
Fernanda Gabriela de Souza Pinto, SESI/FIEMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, fgabriela@fiemg.com.br
Eduardo de Castro Assis, SESI/FIEMG, Belo Horizonte, MG, Brasil, e.castro@fiemg.com.br

Resumo

Este artigo apresenta o estudo de caso de uma prática profissional de uma atividade que exige o levantamento, transporte e descarga de materiais de um setor de expedição/logística de uma indústria cimenteira. Tem como objetivo mostrar os resultados de uma análise ergonômica do manuseio de sacos de cimento de 50kg, utilizando-se do método da AET e da equação NIOSH. Como resultado relacionado ao manuseio de carga, a equação NIOSH apresentou o limite de peso recomendado de 6,66kg e o índice de elevação de 7,51, considerado alto risco de sobrecarga sobre a coluna lombar. A partir desses dados, foram realizadas 3 simulações, utilizando a equação NIOSH, com possíveis mudanças organizacionais, como a diminuição do peso do saco para 25kg, o aumento do tempo de recuperação entre carregamentos, aumento da equipe, redução da cadência da esteira. Porém, nenhuma dessas mudanças apresentou índices satisfatórios para controle do risco de lombalgias, o que justificou a necessidade da recomendação da adoção de projetos que introduzam um sistema integrado, que utilize totalmente a movimentação mecânica, em vez de manual.
Palavras-chave: ergonomia; análise ergonômica; manuseio de carga

1. Introdução

A palavra ergonomia “a ciência do trabalho” deriva do grego ergon (trabalho) e nomos (leis). Ergonomia ou fatores humanos é a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (ABERGO, 2023).

De forma geral, os processos de trabalho necessitam de planejamento de uma maneira onde seja feito o melhor uso de seus componentes como equipamentos, maquinários, espaços físicos, força de trabalho, dentre outras. Com isso são esperados resultados satisfatórios em termos de qualidade do produto ou serviço, otimização dos prazos, diminuição dos custos de produção e principalmente a promoção da saúde e a segurança do trabalhador.

A ergonomia na indústria tem contribuição direta para atuar na melhoria da eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais, onde o aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente pode ocorrer tanto na fase de projeto de máquinas e postos de trabalho, associando-se a ergonomia de concepção, como na modificação dos sistemas já existentes, associando-se a ergonomia de correção, ambas com o objetivo de adaptar as limitações e capacidades do ser humano (Iida e Guimarães, 2005).

No Brasil a ergonomia se apresenta regulamentada pela Norma Regulamentadora 17 (NR17), em que propõe a realização de dois documentos principais, sendo a Avaliação Ergonômica Preliminar (AEP) realizada em todas as situações de trabalho e a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) realizada em situação específicas, como quando observada a necessidade de uma avaliação mais aprofundada da situação, quando identificadas inadequações ou insuficiência das ações adotadas anteriormente, sugerida pelo acompanhamento de saúde dos trabalhadores, ou indicada causa relacionada às condições de trabalho na análise de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho (Brasil, 2021).

A NR17 se aplica a todas as situações de trabalho e estabelece diretrizes e requisitos para permitir que as condições de trabalho sejam adaptadas respeitando as características psicofisiológicas dos trabalhadores. Dentre as condições de trabalho a serem avaliadas é dimensionado em tópicos nos temas relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, mobiliário, máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, condições de conforto e a questões relacionadas à organização do trabalho (Brasil, 2021).

O levantamento, transporte e descarga de materiais foi o tema escolhido de enfoque neste artigo, que tem como objetivo apresentar um estudo realizado na identificação do risco associado ao manuseio de sacos de cimentos de 50 kg no setor de expedição em uma indústria cimenteira localizada no Norte de Minas Gerais.

Buscou-se outras normas de referência, sendo a norma internacional ISO (*International Organization for Standardization)* de número 11228 em seu título *Ergonomics — Manual Handling — Part 1: Lifting, Lowering and Carrying* a primeira norma internacional que trata do assunto de movimentação manual de cargas. O objetivo da ISO 11228-1 é de especificar os limites recomendados para a massa dos objetos movimentados manualmente em relação às posturas de trabalho, à frequência e à duração do levantamento, levando em conta o esforço ao qual estão submetidos os trabalhadores que executam. Se a movimentação não pode ser evitada, deve ser realizada uma avaliação de risco à saúde e segurança do trabalhador (Colombini e Occhipinti, 2012). A abordagem apresentada na ISO 11228-1 utilizou como base ao método desenvolvido pelo *National Institut on Occupational and Safety Health* (NIOSH), órgão do

governo americano que desenvolveu uma equação para calcular o limite de peso recomendável levando-se em conta alguns fatores.

O NIOSH desenvolveu a equação denominada RNLE (*Revised NIOSH Lifting Equation*), popularmente conhecida no Brasil como equação NIOSH. A equação contribui para melhorar as avaliações de risco para trabalhos que envolvem manuseio de cargas. Estudos validaram o índice de elevação (LI) como medida de risco para trabalhadores que realizam trabalhos de levantamento manual de cargas e considera como ferramenta prática para avaliar o risco de distúrbios lombares associados à maioria das tarefas de movimentação manual de cargas (Waters *et al*. 2021).

Diante disso, este artigo utilizou a equação NIOSH para simulação a fim de subsidiar a avaliação do risco associado ao manuseio de cargas, avaliar medidas organizacionais, uma vez que o setor analisado demostrava indicativos de absenteísmo por distúrbios lombares que poderiam estar relacionadas as atividades desenvolvidas.

2. Método

O método foi propositivo, dedutivo e analítico, centrado em um estudo de caso desenvolvido a partir da avaliação com o NIOSH para uma propositura de melhorias organizacionais em um processo de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) para o posto de trabalho de manuseio de carga de uma indústria cimenteira.

A AET visa observar, diagnosticar e corrigir uma situação real de trabalho, aplicando os conhecimentos de ergonomia. (Iida e Guimarães, 2018).

Para elaboração da AET foram realizadas visitas *in loco* no posto de trabalho, utilizando-se de entrevista com os trabalhadores como aspecto fundamental, conhecendo suas rotinas mediante a narrativa dos mesmos em relação à dinâmica laboral, os processos envolvidos, as condições de trabalho e sua satisfação.

Também foram realizados registros das atividades através de filmagens e fotografias com objetivo de fornecer embasamento para a análise biomecânica durante o processo de elaboração do diagnóstico ergonômico.

Foi associada a AET a abordagem para estimar o risco para a saúde do trabalhador relacionado ao levantamento e transporte manual de cargas conforme ISO 11228-1. Dada a essa situação utilizou-se o método da equação NIOSH, para sistematizar a forma de avaliar a relação homem-trabalho e, quantificando as exigências físicas da atividade que inclui a movimentação manual de cargas.

A equação apresenta o *Recommended Weight limit* (RWL), que é o limite de peso recomendado para a maioria dos trabalhadores diante das condições da tarefa apresentada, sem aumentar o risco de acometimento de sobrecarga na coluna lombar. É baseado em um modelo multiplicativo que fornece uma ponderação para cada uma das seis variáveis de tarefa. Os pesos são expressos como coeficientes que servem para diminuir o peso da carga a ser levantado em condições ideais. O RWL é definido pela seguinte equação: RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM, conforme descrito na Tabela 1 e demonstrado na Figura 1 (Waters *et al*. 2021).

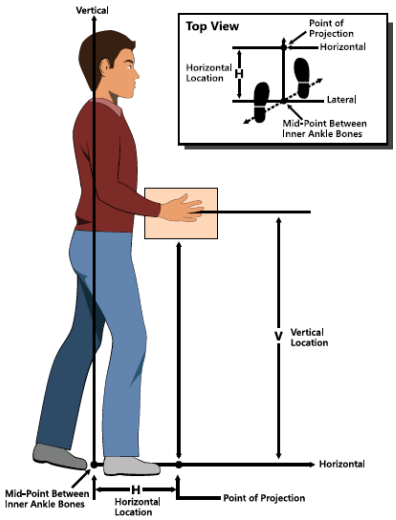
Onde:

Tabela 1 – Referência das variáveis

Componente	Sigla	Métrica
Constante de Carga	LC	23 kg
Multiplicador Horizontal	HM	25/H
Multiplicador Vertical	VM	1− (0,003|V-75|)
Multiplicador de Distância	DM	0,82 + (4.5/D)
Multiplicador Assimétrico	AM	1− (0,0032A)
Multiplicador de Frequência	FM	
Multiplicador de Preensão	CM	

Fonte: Manual de Aplicação Revisado da Equação NIOSH, 2021

Figura 1 – Representação da localização das medidas analisadas



Fonte: Manual de Aplicação Revisado da Equação NIOSH, 2021

O *Lifting Index* (LI) é um termo que fornece uma estimativa relativa do nível de sobrecarga física associado com a tarefa de levantamento manual, quanto maior o LI, menor a quantidade de trabalhadores capazes de realizar com segurança a atividade. A estimativa do

nível é definida pela relação do peso da carga levantada (L) e o limite de peso recomendado (RWL). O LI é definido pela seguinte equação: LI= L/RWL (Waters *et al*. 2021). A interpretação no risco pode ser: aceitável, exposição muito baixa, risco presente em nível baixo, risco presente em nível significativo, risco presente em nível elevado (Quadro 1).

Quadro 1 – Referência de níveis de risco

Índice de risco	Nível de Exposição
LI <=0,85	Aceitável: nenhum risco
0,85 <LI< 1,0	Exposição muito baixa
1,0 <= LI<= 2,0	Risco presente: nível baixo
2,0 <= LI<= 3,0	Risco presente: nível significativo
LI >= 3,0	Risco presente: nível elevado

Fonte: EPM Escola Internacional de Ergonomia, 2023

3. Resultados

3.1 Análise da atividade

A área onde se desenvolve a atividade do estudo é o setor de expedição/logística de uma indústria cimenteira. O setor é responsável pelo ensacamento do cimento e carregamento de caminhões para expedição. No local acontecem três tipos de carregamento, sendo eles: carregamento paletizado, carregamento granel e carregamento batido, sendo este último o local, em que foi realizada a análise.

O local possui quatro linhas de abastecimento, sendo que duas funcionam simultaneamente, enquanto as outras duas ficam aguardando. O abastecimento é realizado através de um sistema com esteira deslizante, denominado de bica, posicionado suspenso a carroceria. Por essa esteira os sacos de cimento descem, em ritmo determinado de um saco por segundo. O abastecimento de uma carroceria dura em média 20 minutos, após conclusão há alternância das linhas.

A atividade é realizada em dupla, os trabalhadores se posicionam na carroceria do caminhão, sendo que há alternância entre os trabalhadores na retirada do saco, enquanto um trabalhador armazena um saco o outro retira o próximo saco. A altura da esteira é ajustada pelos trabalhadores de acordo com a percepção individual de altura ideal, se mantendo a uma altura próxima ao quadril, média de 750 mm.

O peso de um saco de cimento é de 50 kg e estes são armazenados empilhados de 4 a 9 sacos. A capacidade da carroceria é variável, dependendo do modelo do veículo, podendo comportar de 280 a 510 sacos por carroceria.

Após carregamento da carroceria, os trabalhadores colocam a lona sobre a carga, liberam o veículo e aguardam aproximadamente 20 minutos para o próximo carregamento. Em alguns momentos durante esse intervalo realiza limpeza da área.

3.2 Avaliação de Risco

A tarefa avaliada classifica-se como monotarefa, em que comporta o levantamento de um único tipo de objeto, com mesmo peso e utilizando a mesma postura do corpo durante o levantamento entre origem e destino, neste caso, utilizou-se o método de cálculo clássico, chamado de *Lifting Index* (LI) (Colombini e Occhipinti, 2012).

A carga analisada consiste em sacos de cimento de 50 kg, sendo que a constante da carga foi considerada 25 kg, devido a atividade ser realizada por homens com idade compreendida entre 18 e 45 anos, conforme os valores expressos na ISO 11228-1.

O multiplicador vertical (VM) que representa a distância das mãos do chão no início do levantamento, foi considerado 1, uma vez que o saco é retirado da esteira há uma altura de 75 cm de altura.

O Multiplicador Vertical (DM), que pondera a distância vertical da carga entre o início e o fim do levantamento, foi considerado 0,93, tendo em vista que há realização de uma leve flexão de tronco para direcionar a carga e soltá-la sobre a carroceria.

O Multiplicador Horizontal (HM), que corresponde à distância máxima entre a carga e o corpo durante o levantamento, foi considerado 1, visto que há a carga é retirada e depositada próxima ao corpo do trabalhador, não ultrapassando os 25 cm.

O Multiplicador Assimétrico (AM), que exprime a medida angular do deslocamento da carga a partir do plano sagital, foi classificado como 0,86, devido ao trabalhador realizar uma rotação de tronco aproximada de 45 graus.

O Multiplicador de Preensão (CM), que avalia a pega do objeto como boa ou ruim, foi considerado 0,90, percebido que o saco não apresenta uma pega adequada que permita boa preensão das mãos do trabalhador.

O Multiplicador de Frequência (FM), que considera frequência de levantamentos por minuto e duração, foi representado por 0,37, a atividade foi considerada de breve duração, uma vez que há intervalos entre carregamentos que permite recuperação, e a frequência de

levantamento é de 12,5 calculada em função do número de objetos e o tempo disponível para carregamento.

Como resultado, o limite de peso recomendado (RWL) foi de 6,66 kg e o índice de elevação (LI) de 7,51, resultando nível de risco elevado.

A equação também foi utilizada para simulação de proposição de possíveis melhorias, utilizando o resultado do LI para orientar a eficiência ou não.

Na primeira simulação considerou-se a opção de diminuir o peso máximo do saco para 25 kg. Na organização do trabalho, o tempo desprendido para o carregamento dobraria a fim de manter a mesma carga final no caminhão. Deste modo, a empresa teria que, estruturalmente, adequar o maquinário para dobrar a capacidade de sacos por minutos e ainda aumentar em 4 vezes o número de trabalhadores na equipe, a fim de não afetar o volume final de produção. O tempo de recuperação entre carregamentos também seria dobrado e nessa nova condição a frequência de levantamentos por minutos seria diminuída 5,81. O índice de elevação (LI) passaria para 1,85, sendo que a atividade ainda se apresentaria com risco, mesmo que em nível menor. O Limite de Peso Recomendado (RWL) aumentaria para 13,5kg.

Na segunda simulação foi considerado aumentar em quatro vezes o número de trabalhadores na equipe a fim de permitir maior tempo de recuperação e consequentemente menor frequência de manuseio, que passaria a 3,47. O índice de elevação (LI) passaria 3,16, a atividade ainda se apresentaria com risco elevado. O Limite de Peso Recomendado (RWL) aumentaria para 15,84kg.

Na terceira simulação considerou-se reduzir a cadência da esteira, a fim de diminuir o ritmo de trabalho e consequentemente a frequência de manuseio, que passaria para 4,9. Na organização do trabalho, o tempo desprendido para o carregamento dobraria a fim de manter a mesma carga final no caminhão, a empresa teria que estruturalmente adequar o maquinário para dobrar a capacidade de produção e ainda dobrar o número de trabalhadores na equipe. O índice de elevação (LI) passaria para 3,47, a atividade ainda se apresentaria com risco elevado. O Limite de Peso Recomendado (RWL) aumentaria para 14,40kg.

4. Análise dos Resultados

A partir da análise da atividade identificou-se movimentação manual de sacos de cimento de 50 kg, em uma frequência de manuseio de 12,5 vezes/minuto, gerando em 8 horas de trabalho diário uma massa acumulada levantada por um só trabalhador de 125.000 kg. Situação essa que, combinada a fatores como tamanho da carga (objeto excede a largura do ombro), postura adotada como rotação e inclinação de tronco contribui para que a

movimentação se torne perigosa e representa risco elevado para o aparecimento de distúrbios musculoesqueléticos.

A ISO 11228-1 refere que a carga manuseada manualmente nunca exceda 25 kg e que dentro das condições ideais o limite recomendado para massa acumulada de transporte manual é de 10.000 kg por 8 horas ao dia. Sendo assim, é possível identificar que o limite recomendado para movimentação manual excede o recomendado pela ISO citada.

As simulações propostas alteraram multiplicadores individuais como frequência de manuseio e peso do objeto, a fim de demonstrar se seriam medidas eficazes para eliminar o risco de sobrecarga na coluna lombar, porém não foram identificadas medidas viáveis, uma vez que, ainda que diminuísse o índice do risco, não o eliminaria e envolveria grandes investimentos estruturais, bem como aumentaria o custo do produto final e ainda aumentaria o número de trabalhadores expostos, contrariando o princípio da ergonomia que objetiva proporcionar além de conforto ao trabalhador, aumentar a produtividade para a empresa. Portanto, os objetivos devem ser de projetar todos os trabalhos de elevação para atingir um LI de 1,0 ou menos.

5. Conclusões

Os resultados apresentados justificam a necessidade da recomendação da adoção de projetos que introduzam um sistema integrado, que utilize totalmente a movimentação mecânica, em vez de manual. As simulações foram propostas para corroborar a necessidade de se investir em melhorias estruturais automatizadas para execução da atividade.

Isso posto, a empresa concordou com as informações propostas na AET, que subsidiou com informações assertivas para adoção de um sistema de paletização automático, seguindo a proposta da NR17 de implantar meios técnicos facilitadores, de modo que o risco associado foi mitigado com aquisição de maquinário que substituiu a ação manual do trabalhador (Brasil, 2021).

No novo sistema de trabalho, os sacos passam pela esteira, e em processo automatizado são empilhados em paletes, sendo que nessa nova condição a carga é armazenada no caminhão através de empilhadeira que transporta o palete com os sacos empilhados que saem da paletizadora automática, eliminando a ação de carregamento manual.

Com a modificação do sistema de trabalho, os trabalhadores foram remanejados para outras atividades como abertura e fechamento de tampa de carrocerias, necessário para acomodação da carga paletizada, operação de empilhadeira e operação de máquina paletizadora.

Importante salientar que no Brasil em 2018 o Ministério Público do Trabalho fechou um acordo com as indústrias cimenteiras para reduzir o peso do saco de cimento para 25 kg, utilizando-se como uma das referências a equação NIOSH , sendo que essas indústrias têm o prazo de 10 anos para se adequarem (Brasil, 2018). No entanto, mesmo de posse desse conhecimento, foi demostrado que apenas a redução do peso não eliminaria o risco, ao qual os trabalhadores estão expostos, mas ainda sim considera-se a medida de grande impacto positivo para a escala produtiva.

6. Referências bibliográficas

ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia. **O que é ergonomia?** Disponível em: http://www.abergo.org.br/. Acesso em 07 jul. 2023.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT ISO/TS 20646:** Diretrizes Ergonômicas para a otimização das cargas de trabalho sobre o sistema musculoesquelético. 2017.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E. . **Atualizações Do Estudo Da Movimentação Manual De Cargas.** Tradução Francesco Sassaroli. 1ª Ed. Curitiba: EPM, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº17 – Ergonomia.** 2021

BRASIL. Ministério Público do Trabalho. Disponível em: https://www.prt2.mpt.mp.br/572-mpt-assina-acordo-com-empresas-para-reduzir-pela-metade-o-peso-do-saco-de-cimento-no-pais. . Acesso em: 29 jul. 2023.

BRASIL. **Consolidação das leis do trabalho**. Lei nº 6. 514. 1977.

EPM – Escola Internacional de Ergonomia. **Ergoepm_simple_niosh_tool_eng.** Disponível em https://www.epmresearch.org/free-software-in-english. . Acesso em: 01 jun. 2023.

IIDA, I.; GUIMARÃES, L.B.M. **Ergonomia: Projeto E Produção**. 3 Ed. São Paulo: Edgard Blücher,2018

ISO - International Organization For Standardization. **ISO 11228-1: Ergonomics** — Manual Handling — Part 1: Lifting, Lowering And Carrying. 2021

WATERS, T.; VERN PUTZ, A.; GARG, A.. **Applications Manual for the Revised Niosh Lifting Equation.** National Institute for Occupational Safety and Health: 2023.