

ESTUDO ERGONÔMICO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE BANCOS AUTOMOTIVOS

PAREDES FILHO¹, Mário Viana; **PRESSUTTI²**, Guilherme Damião; **SILVA²**, Júlia Azevedo.

- 1- Professor na Universidade do Vale do Sapucaí.
- 2- Graduandos em Engenharia de Produção na Universidade do Vale do Sapucaí.

mfilho@univas.edu.br; gpressuti@gmail.com; julia.azevedo.silva@hotmail.com

RESUMO

A ergonomia busca o equilíbrio entre a carga de trabalho e a capacidade psicofisiológica do trabalhador, sendo que na ocorrência deste descompasso torna-se necessário a realização da análise ergonômica da atividade quanto ao risco para à saúde dos trabalhadores. Diante deste contexto, o estudo de caso foi realizado em uma empresa fabricante de bancos automotivos e aborda a importância da ergonomia na atividade de movimentação e levantamento de rolos de tecidos no setor de almoxarifado, explorando os princípios ergonômicos da Norma Regulamentadora 17 com aplicação da equação NIOSH sendo utilizada para determinar o limite de peso recomendado (LPR) determinando o nível de risco nas atividades de transporte de rolos de tecido, considerando fatores como qualidade de pega, frequência e duração do trabalho. Foram identificadas 04 atividades que apresentaram elevação de carga. Os resultados indicaram que as atividades apresentam um alto risco ergonômico, o que pode levar a problemas de saúde. Para reduzir os riscos foi proposto a implementação de um manipulador de carga no setor de almoxarifado, projetado para realizar o levantamento e manuseio dos rolos de tecido, eliminando o esforço físico nos membros superiores e inferiores e a flexão e rotação do tronco. Com este estudo demonstrou-se a importância de seguir as recomendações do NIOSH ao manusear rolos de tecido, como treinamento adequado e colocação correta dos rolos no suporte, que também trouxe benefícios significativos, como redução de danos físicos, aumento da segurança no local de trabalho e facilidade no manuseio de cargas com pesos diferenciados.

Palavras chave: Análise ergonômica. Equipamentos auxiliares. Esforço físico. Lesões musculares. Qualidade de vida.

1 INTRODUÇÃO

Nas empresas que fabricam bancos automobilísticos faz-se o uso de tecidos na sua fabricação, onde apresenta-se uma elevada frequência no levantamento e manuseio deste material, justificando-se o estudo ergonômico desta atividade no setor de almoxarifado, onde ocorre o recebimento de matéria prima diariamente.

Conforme Abrahão (2019) define, a palavra ergonomia origina-se das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis e regras). O cientista polonês Wolnej Jastrzebowsky usou este termo pela primeira vez em 1857 em seu trabalho "Ensaio de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza".

Neste sentido, é fundamental compreender a importância da ergonomia na execução do trabalho, para que o impacto na saúde, qualidade de vida e segurança dos trabalhadores seja eliminado ou minimizado, com atenção especial aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais.

Segundo Moreira (2017), a ferramenta de avaliação de levantamento de cargas, nomeada de equação de levantamento do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), foi concebida para estimar a demanda física das tarefas de levantamento manual de cargas e avaliar o risco de lesões por sobrecarga, onde determina-se o limite de peso recomendado (LPR) e o índice de levantamento (IL), determinando-se o peso máximo a ser manipulado pelo trabalhador, de acordo com a sua movimentação no posto de trabalho e o grau de risco da atividade que indica a possibilidade de lesões na coluna vertebral do trabalhador.

A realização do levantamento ou a movimentação manual de cargas pode ser uma atividade de risco para a saúde física do trabalhador, podendo provocar lesões no sistema musculoesquelético?

Logo, as ferramentas ergonômicas auxiliam na definição de cargas de trabalho que estão relacionadas ao risco ergonômico da atividade, sendo capazes de afetar os ossos, meniscos, músculos, membros superiores e inferiores, coluna vertebral, entre outros.

Portanto, através do estudo de caso realizado no setor de almoxarifado em uma empresa fabricante de bancos automotivos, este trabalho teve o objetivo de avaliar o risco ergonômico na atividade de movimentação e levantamento de rolos de tecidos por meio da aplicação do método NIOSH e implementação de um manipulador de carga.

2 ERGONOMIA

A ergonomia é estudo da adaptação do trabalho ao homem, sendo que o trabalho apresenta um contexto amplo abrangendo não apenas aqueles executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. Esta afirmação não envolve somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais (Iida, 2005).

A ergonomia tem uma ampla visão abrangendo atividades de planejamento e projeto, que ocorrem antes do trabalho ser realizado, e aqueles de controle e avaliação, que ocorrem durante e após esse trabalho (Iida, 2005).

A ergonomia se preocupa em garantir que o projeto do produto, equipamento, sistemas, e outros complemente as forças e habilidades do homem, minimizando os efeitos de suas limitações, em vez de forçá-lo a se adaptar. Portanto, surge como contraponto ao método Taylorista, que propõe a definição do método de trabalho mais eficiente, ao qual o homem deve se adaptar (Corrêa; Boletti, 2015).

Os princípios ergonômicos são fundamentais para promover saúde, segurança e produtividade no ambiente de trabalho, pois eles se esforçam para adaptar as condições de trabalho às características físicas, cognitivas e psicossociais das pessoas para prevenir lesões e aumentar a produtividade (ABERGO, 2000).

Os principais princípios ergonômicos incluem a adaptação de equipamentos e moveis às necessidades do usuário, criando uma postura correta e confortável, uso adequado de iluminação e ventilação, reduzindo o esforço físico excessivo e coordenando o espaço de trabalho para permitir o movimento e o acesso para facilitar a ferramenta (ABERGO, 2000).

Aplicando os princípios ergonômicos, é possível reduzir a fadiga, minimizar lesões musculoesqueléticas, como dores nas costas e lesões por esforços repetitivos, e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores. As condições de insegurança, insalubridade, desconforto e ineficiência são eliminadas adaptando-as às capacidades e limitações físicas e psicológicas do homem. A ergonomia torna-se ainda mais relevante atualmente, já que as pessoas passam longas horas trabalhando em frente a computadores e aparelhos eletrônicos (Dul; Weerdmeester, 2012).

2.1 Legislação Aplicada

A Legislação que rege a ergonomia no Brasil é a Norma Regulamentadora de número 17 (NR-17) que visa promover o equilíbrio entre saúde, segurança e relações humanas. Conforme relato de Kroemer e Grandjean (2005) o entendimento da legislação é, portanto, de suma importância para sua efetiva aplicação, pois a adequação do ambiente de trabalho favorece a saúde física e psicológica dos trabalhadores.

O texto da norma foi aprovado em 1990 e teve as últimas atualizações no ano de 2022, relacionando-se com a NR-1 através do gerenciamento de riscos (GRO). Os itens da NR17 são: manuseio de materiais, equipamentos, organização do trabalho, condições ambientais de

trabalho, mobiliário dos postos de trabalho, anexo 1 (operador de checkout) e anexo 2 (teleatendimento/ telemarketing) (BRASIL, 2022).

2.2 Levantamento, transporte e descarga individual de cargas

A elevação de cargas é uma atividade comum em muitos setores de trabalho, mas pode representar um risco significativo para a saúde e segurança dos trabalhadores. Esse é, segundo Dul e Weerdmeester (2012), uma das maiores causas das dores nas costas, já que muitos trabalhos envolvendo levantamento de peso não satisfazem os requisitos ergonômicos. Portanto, a NR-17 do Ministério do Trabalho do Brasil estabelece diretrizes para a ergonomia do trabalho, incluindo orientações específicas para o levantamento e transporte manual de cargas.

De acordo com esta norma, o limite máximo de peso para levantamento manual de acordo com o sexo, idade, altura e distância horizontal do levantador. Por exemplo, para homens o limite é de 25 kg, enquanto para mulheres o limite é de 20 kg. A Consolidação das Leis do Trabalho, no seu Capítulo V, Seção XIV, artigo 198, estabelece como sendo de 60 Kg o peso máximo que um empregado pode remover individualmente (Silva, 2019).

Vários aspectos devem ser considerados para atender aos requisitos da NR-17, sendo importante analisar as características da carga, como seu peso, forma, tamanho e estabilidade. Desta forma, torna-se importante levar em consideração as condições do ambiente de trabalho, como altura das estantes, disponibilidade de espaço para manobras e presença de obstáculos. As operações mais importantes devem situar-se dentro de um raio aproximado de 50 cm a partir da articulação entre os braços e os ombros, independente da posição de trabalho (Dul; Weerdmeester, 2012).

A norma destaca a importância da capacitação do trabalhador, pois devem aprender as técnicas de elevação adequadas, incluindo o uso de equipamentos auxiliares, se necessário. Além disso, é fundamental conscientizar os trabalhadores sobre a importância de respeitar os limites estabelecidos e relatar quaisquer problemas ou dificuldades encontradas durante a atividade, pois afeta a população em idade ativa e pode contribuir no absenteísmo pela perda da qualidade de vida dos trabalhadores (Neves; Serranheira; 2014).

Em termos de equipamentos, a NR-17 recomenda a utilização de meios mecânicos sempre que possível para evitar o levantamento manual de cargas. Caso não seja viável o uso de dispositivo auxiliares, outras medidas devem ser tomadas, como o emprego de ajudantes, organização do trabalho para minimizar a frequência da atividade e pausas regulares para descanso (BRASIL, 2022).

Outros aspectos abordados na norma relacionados à ergonomia, trata-se do mobiliário adequado para o trabalho, posicionamento corporal correto na execução das atividades, iluminação adequada, conforto térmico e adequação dos equipamentos de trabalho às características dos trabalhadores (Grandjean, 1998).

2.3 Análise Ergonômica do Trabalho

A análise ergonômica do trabalho (AET) é uma abordagem que adapta as condições de trabalho às características e aptidões dos trabalhadores com a intenção de trazer a segurança, saúde e eficiência no trabalho. Esta metodologia é destinada para criar uma compreensão vasta das atividades de trabalho, levando em consideração os aspectos cognitivos, físicos e organizacionais. Essa abordagem inclui a identificação e avaliação dos riscos ergonômicos específicos ao trabalho executado (Corrêa; Boletti, 2015).

Segundo Iida (2005), a análise ergonômica de estações de trabalho faz parte do estudo da interação entre homem-máquina-ambiente e, portanto, inclui uma análise da postura, movimentos dos funcionários e das atividades, bem como suas demandas físicas e mental. Vidal (2003) diz que, a metodologia ergonômica é utilizada para garantir a positividade da transformação devido às suas propriedades de foco, ordenação e sistemática. É um método abrangente e cuidadoso que proporciona uma visão muito boa do que acontece em um processo produtivo ou no uso e manuseio de produtos e equipamentos.

A AET envolve a observação direta das tarefas executadas pelos trabalhadores, coletando informações sobre as condições de trabalho, analisando as demandas físicas e cognitivas e identificando fatores que podem contribuir para lesões, fadiga, estresse ou insatisfação no trabalho. Uma característica fundamental deste tipo de análise ergonômica, é que a mesma deve ser feita em campo, ou seja, baseada no trabalho realizado pelos trabalhadores nas situações de trabalho (Ferreira, 2015).

Nesse processo de contextualização do trabalho, Güérin et al. (2001) colocam que a atividade de trabalho é o elemento central que organiza e estrutura os componentes da situação de trabalho. A coleta de dados é seguida pela própria análise. Nesta fase, os dados são examinados e avaliados para identificar problemas e possíveis soluções. São considerados aspectos como postura inadequada, movimentos repetitivos, esforço físico excessivo, exposição a agentes nocivos, falta de pausas e repouso. Fatores psicossociais como carga de trabalho, relacionamento interpessoal, autonomia e suporte no ambiente de trabalho também são levados em consideração.

Com base na análise, são propostas recomendações e melhorias para o ambiente de trabalho. Essas sugestões podem incluir mudanças na organização do trabalho, design de equipamentos e móveis, divisão do trabalho, treinamento dos trabalhadores, introdução de pausas regulares e conscientização sobre boas práticas ergonômicas. Após implementar as recomendações, é importante avaliar seus resultados e fazer ajustes, se necessário. Além disso, a participação ativa dos trabalhadores é essencial para o sucesso de uma análise ergonômica do trabalho, pois eles têm conhecimento prático das tarefas e podem fornecer informações valiosas para identificar problemas e encontrar soluções (Ferreira, 2015).

3 FERRAMENTAS ERGONÔMICAS

As ferramentas ergonômicas são métodos e abordagens usadas para avaliar, analisar e melhorar o ambiente de trabalho, levando em consideração as habilidades e necessidades dos trabalhadores. Desde a década de 70 ocorre o desenvolvimento de roteiros para realização de uma análise ergonômica, alguns se tornaram modelos e serviram de apoio para outras recomendações metodológicas (Lima, 2004).

Atualmente existem várias ferramentas ergonômicas, cada uma com um uso específico:

- a) Checklist de Couto: Esses itens são aplicados para avaliar os riscos do trabalho manual, DORT, lombalgia, trabalho no computador condições ergonômicas. e condições biomecânicas. Consistia em questões com valor percentual com intervalo de tempo mencionando resultados de ruim - alto risco (inferior a 31 %) a excelente - sem risco (quase 100 %) (Soares; Silva, 2012).
- b) Análise ergonômica do local de trabalho: EWA é um método desenvolvido pelo Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional (FIOH) para encontrar riscos ergonômicos no local de trabalho, considerando a fisiologia do trabalho, biomecânica do trabalho, psicologia, saúde ocupacional e padrões de colaboração (Pacolla; Silva, 2009).
- c) Ovako Work Posture Analysis System (OWAS): Criado na Finlândia entre os anos de 1974 e 1978 para analisar a postura corporal durante a execução das atividades de trabalho. Para aplicar o método os dados devem ser coletados por observação direta (setor) ou indireta (gravações), e as etapas podem ser categorizadas em um código de seis dígitos. Após a codificação o método realiza o cálculo e classifica a carga de trabalho em quatro categorias. e define a ação a ser tomada (Mascuro; Vidal, 2011).
- d) Rapid Assessment of Office Narrowness (ROSA): Baseado nas posturas retatada nas diretrizes CSA (Canadian Standards Association) e CCOHS (Canadian Center for

Occupational Health and Safety), onde ficou definido pelos especialistas a posição correta para a execução das atividades de trabalho (Sonne et al., 2012).

- e) Rapid Upper Limb Assessment (RULA): Um método rápido de avaliação do posto de trabalho para análise postural, Prof. McAtammey e Corlett conduziram uma investigação ergonômica de estações de trabalho que podem causar lesões por esforço repetitivo nas extremidades superiores (Dockrell et al.; 2012).
- f) Análise Ergonômica do Trabalho (AET): adota conhecimentos de ergonomia para estudar, identificar e adequar uma situação real de trabalho, sendo um exemplo de ergonomia corretiva (Iida, 2005).
- g) Quick Exposure Check (QEC): Baseia-se na postura, onde a avaliação do observador é combinada com respostas do trabalhador a perguntas fechadas, permite fatores de risco de MSD para as costas, braços, pescoço e membros superiores para o posto de trabalho (Chiasson et al., 2012).
- h) National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH): O método que avalia a carga levantada pelos trabalhadores sem causar lesões foi criado em 1981 e revisado pela última vez em 2021 para se tornar uma equação que fornece métodos para avaliar as tarefas de levantamento assimétrico e levantamento de objetos com pegadas não ideais com ambas as mãos (NIOSH, 1994).

3.1 A ferramenta NIOSH

Em 1981, o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), dos Estados Unidos, estabeleceu limites para levantamento de carga a partir de vários estudos, considerando os aspectos epidemiológicos, fisiológicos, biomecânico e psicofísicos. As recomendações do NIOSH consideram não apenas a distância horizontal da carga em relação ao corpo, mas, também, a frequência de levantamento, distância de trajeto no plano vertical e a altura da carga no começo do levantamento (Kroemer; Grandjean; 2005).

A Equação de NIOSH, também conhecida como Equação de Levantamento de Cargas, é usada para avaliar os riscos ergonômicos associados ao levantamento e carregamento manual de cargas no ambiente de trabalho. O método estabelece um limite de carga que o trabalhador pode levantar 8 horas por dia sem aumentar o risco de lesões na coluna (Garg, 1995).

Conforme dito por Rosso e Okumura (2007) três critérios foram levados em consideração no desenvolvimento da equação:

- Tensão limitante biomecânica na região lombo-sacral, que é mais importante em levantamentos que exigem esforço excessivo;

- Critério fisiológico na redução do estresse metabólico e da fadiga associada a tarefas repetitivas;
- Critério psicofísico na limitação de carga baseada na percepção de que o trabalhador tem capacidade própria, aplicável a todos os tipos de tarefas, exceto aquelas com alta frequência de levantamento, que é superior a seis levantamentos por minuto.

A equação NIOSH (Equação 1) baseia-se no conceito de que o risco de distúrbios osteomusculares aumenta com a distância entre o limite de peso preconizado e o peso efetivamente manejado. A equação 1 estipula o cálculo do índice de levantamento (IL), que é obtido pelo quociente entre o peso da carga levantada ou o peso real (PR) e o limite de peso recomendado (LPR) (Ribeiro et al., 2009).

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

A equação NIOSH para o levantamento de cargas determina o limite de peso recomendado (LPR) a partir de seis fatores de redução da constante de carga. Os coeficientes, que variam entre 0 e 1, levam em conta a distância horizontal entre a carga e o operador (H); a distância vertical (V) da origem da carga; o deslocamento vertical (D) entre a origem e o destino da carga; o ângulo de assimetria (A) medido a partir do plano sagital; a frequência média de levantamentos (F) e a qualidade da pega (C). O valor da constante de carga foi estabelecido para o método NIOSH em 23 kg por meio de critérios biomecânicos, psicofísicos e fisiológicos. Esse valor refere-se à movimentação de carga no plano sagital a uma altura de 75 cm do solo, para um deslocamento vertical de 25cm, para cima ou para baixo e com a carga a uma distância máxima de 25cm do corpo do operador. O modo multiplicativo da equação faz com que o valor limite de peso indicado diminua à medida que se afaste das condições ótimas. (Ribeiro et al., 2009).

4 EQUIPAMENTOS AUXILIARES

À medida que cresce a necessidade humana de produzir mais em menos tempo, a tecnologia levou ao desenvolvimento de máquinas e equipamentos com o objetivo de substituir o trabalho humano em ambientes produtivos (Silveira; Santos, 1998).

O manuseio de carga tem sido um desafio para a humanidade desde os tempos antigos, e cada época tem visto constante avanço e integração de avanços tecnológicos (Decker, 2010).

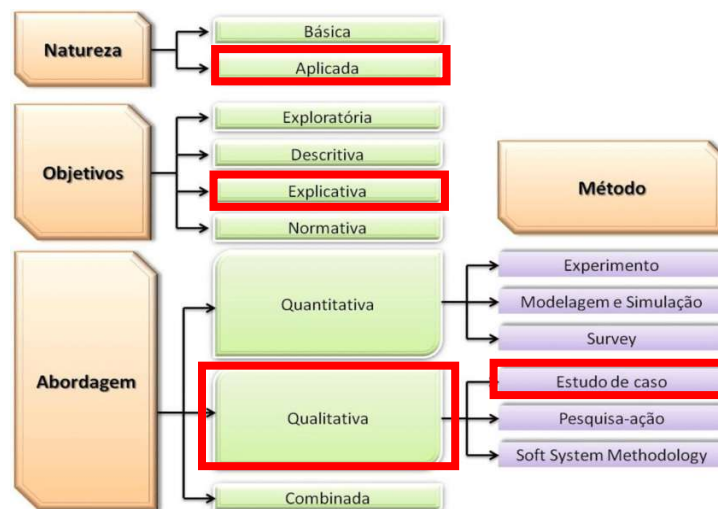
Uma solução é eliminar a necessidade de trabalho manual com o uso de manipuladores, guinchos, transportadores, guindastes, rampas ou empilhadeiras (Waters et al., 1994).

O principal problema enfrentado pelos dispositivos projetados para movimentar cargas é superar os efeitos do atrito e da gravitação, reduzindo assim a necessidade de esforço físico. É importante ressaltar a importância de garantir uma posição ergonômica ideal e intensidade de carga suficiente para permitir o controle preciso da mão, pois esta proporciona sensação, direção, velocidade, posição e assim permite a integração funcional de sequências de movimentos mais complexos (Britto, 2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Em relação ao método (Figura 1) utilizado na classificação da pesquisa científica para o desenvolvimento do trabalho, tem-se:

Figura 1 - Classificação do método utilizado na pesquisa



Fonte: Adaptado de Turrioni e Melo (2012).

5.1 Caracterização da empresa

A Empresa X é reconhecida no setor automotivo, está presente na cidade de Pouso Alegre e sua trajetória de sucesso repercute em todo o mundo. Profundamente enraizada no mercado de fabricação de bancos automotivos, apresenta-se uma empresa líder que se destaca pela excelência em inovação, qualidade e compromisso com a satisfação do cliente.

Foi fundada em 2016 e rapidamente tornou-se uma empresa independente e reconhecida na indústria automotiva. Hoje com aproximadamente, 77 mil colaboradores em 32 países, a Empresa X possui 202 plantas de fabricação/montagem no mundo.

Sua filial no sul de Minas Gerais, é um exemplo perfeito de sua busca constante pela eficiência e excelência operacional. Cada componente dos bancos automotivos, desde os tecidos até os miscelâneos, devem ser concebidos e produzidos com a mais alta qualidade sendo que o interior do veículo proporciona conforto aos passageiros, desempenhando um papel vital na estética e na experiência do usuário.

Figura 2 - S10 um dos carros onde os bancos são produzidos na empresa X

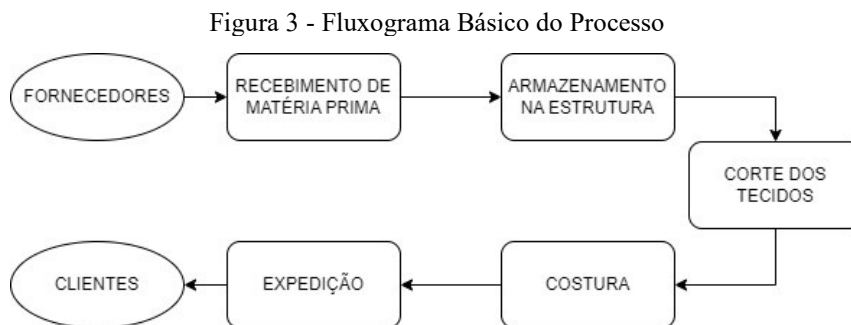


Fonte: <https://www.chevrolet.com.br/picapes/s10>

5.2 Objeto de estudo

O almoxarifado apresenta-se como um setor de grande importância para a empresa, pois é responsável pelo armazenamento, organização e distribuição de matérias-primas e componentes, como tecidos, espumas, plásticos e outros materiais necessários na produção de bancos de automotivos.

Neste sentido, a área de armazenamento enfrenta desafios complexos, desde o rigoroso controle de estoque até a otimização das rotas internas de transporte. Entretanto, torna-se necessário garantir que os materiais estejam em perfeitas condições de uso para que sejam encaminhados à produção. Portanto, um dos desafios enfrentado pelo departamento de almoxarifado da empresa estudada foi a atividade de transporte de rolos de tecido para a área de corte de tecido (Figura 3).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os tecidos desempenham um papel vital na produção de interiores automotivos, pois a escolha do tecido afeta a estética, durabilidade e conforto dos assentos e revestimentos. Os rolos

de tecido costumam ser grandes e volumosos, o que torna o transporte deles uma tarefa desafiadora. Deve ser manuseado com cuidado para evitar rasgos, vincos ou qualquer dano que possa afetar a qualidade final do produto. Além disso, o estoque de tecidos precisa ser rigorosamente controlado para garantir que as matérias-primas estejam sempre disponíveis para atender às necessidades de produção.

O excesso de peso pode causar graves danos à saúde. A sobrecarga de peso pode ocasionar lesões musculares, articulares e ósseas. As regiões das costas, ombros, pescoço e braços são particularmente suscetíveis de dores e possíveis lesões. Além disso, o impacto perigoso se estende à postura e ao equilíbrio, prejudicando a mobilidade e a qualidade de vida no trabalho a longo prazo.

No desenvolvimento do estudo ergonômico foi utilizada a metodologia de NIOSH (Equação 2) para determinar o nível de risco para os membros superiores nas atividades que envolvem o manuseio e transporte de rolos de tecidos na área de armazenagem.

Ao transportar e manusear estes rolos no ambiente industrial é fundamental seguir as recomendações do NIOSH para garantir a segurança e evitar lesões. De acordo com as diretrizes do NIOSH, ao manusear rolos de peso considerável, recomenda-se um limite de peso de 34 kg para duas pessoas, levando em consideração as condições específicas de manuseio. Quando os rolos são recebidos dos fornecedores, geralmente pesam mais de 90 Kg e encontram-se acondicionados em paletes. Nessas situações, o NIOSH recomenda que a equipe receba treinamento adequado sobre como levantar o rolo e colocá-lo no suporte para minimizar os riscos associados a lesões por esforço.

$$LPR = 23 * \left(\frac{25}{H}\right) * (1 - 0,003 * [V - 75]) * \left(0,82 + \frac{4,5}{D}\right) * (1 - 0,0032 * A) * F * C \quad (\text{Equação 2})$$

Para a utilização da equação de NIOSH torna-se necessário analisar a qualidade pega para definir o valor de “C” (Quadro 1), identificar a jornada de trabalho em horas e a frequência (Carga/Min) destinada a execução da atividade do levantamento da carga até o suporte para que seja definido o valor de “F” (Quadro 2) e para definir o grau do risco encontrado utilizou-se os valores encontrados no Quadro 3.

Quadro 1 - Qualidade da Pega.

TIPO DE PEGA	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
BOA	1	1
RAZOÁVEL	0,95	1
POBRE	0,9	0,9

Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Quadro 2 - Frequência de levantamentos em levantamentos/min

Frequência Carga/min (F)	DURAÇÃO DO TRABALHO					
	≤ 1 Hora		> 1 e ≤ 2 horas		> 2 e ≤ 8 horas	
	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Quadro 3 – Grau de Risco

LI ≤ 0,85	Nenhum Risco
0,85 < LI < 1,0	Muito Baixo
1,0 ≤ LI < 2,0	Nível Moderado
2,0 ≤ LI < 3,0	Nível Significativo
LI ≥ 3,0	Nível Elevado

Fonte: ISO/TR 12295:2014

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da análise ergonômica, foram identificadas 04 atividades que apresentaram elevação de carga. Assim, utilizou-se a equação de NIOSH na determinação do limite de peso recomendado (LPR) para cada atividade, sendo:

Atividade 01. Transporte de rolos de tecido da área de retorno até o berço.

$$LPR = 23 * \left(\frac{25}{25}\right) * (1 - 0,003 * [100 - 75]) * \left(0,82 + \frac{4,5}{30}\right) * (1 - 0,0032 * 0) * 0,85 * 1$$

$$LPR = 23 * 1 * 0,925 * 0,97 * 1 * 0,85 * 1$$

$$LPR = 17,54$$

Dessa forma encontrou-se o índice de levantamento:

$$LI = \frac{60}{17,54}$$

$$LI = 3,42$$

Atividade 02. Levantamento do rolo “DENIER” de cima do palete transportando-o até o berço.

$$LPR = 23 * \left(\frac{25}{25}\right) * (1 - 0,003 * [15 - 75]) * \left(0,82 + \frac{4,5}{55}\right) * (1 - 0,0032 * 0) * 0,85 * 0,95$$

$$LPR = 23 * 1 * 0,82 * 0,90 * 1 * 0,85 * 0,95$$

$$LPR = 13,71$$

Dessa forma encontrou-se o índice de levantamento:

$$LI = \frac{90}{13,71}$$

$$LI = 6,56$$

Atividade 03. Levantamento do rolo de VINIL de cima do palete transportando-o até o berço.

$$LPR = 23 * \left(\frac{25}{25}\right) * (1 - 0,003 * [15 - 75]) * \left(0,82 + \frac{4,5}{55}\right) * (1 - 0,0032 * 0) * 0,85 * 1$$

$$LPR = 23 * 1 * 0,82 * 0,90 * 1 * 0,85 * 1$$

$$LPR = 14,43$$

Dessa forma encontrou-se o índice de levantamento:

$$LI = \frac{40}{14,43}$$

$$LI = 2,77$$

Atividade 04. Estirar os rolos de tecido que se encontram em pé sobre o berço.

$$LPR = 23 * \left(\frac{25}{25}\right) * (1 - 0,003 * [0 - 75]) * \left(0,82 + \frac{4,5}{70}\right) * (1 - 0,0032 * 0) * 0,85 * 0,9$$

$$LPR = 23 * 1 * 0,78 * 0,88 * 1 * 0,85 * 0,9$$

$$LPR = 12,07$$

Dessa forma encontrou-se o índice de levantamento:

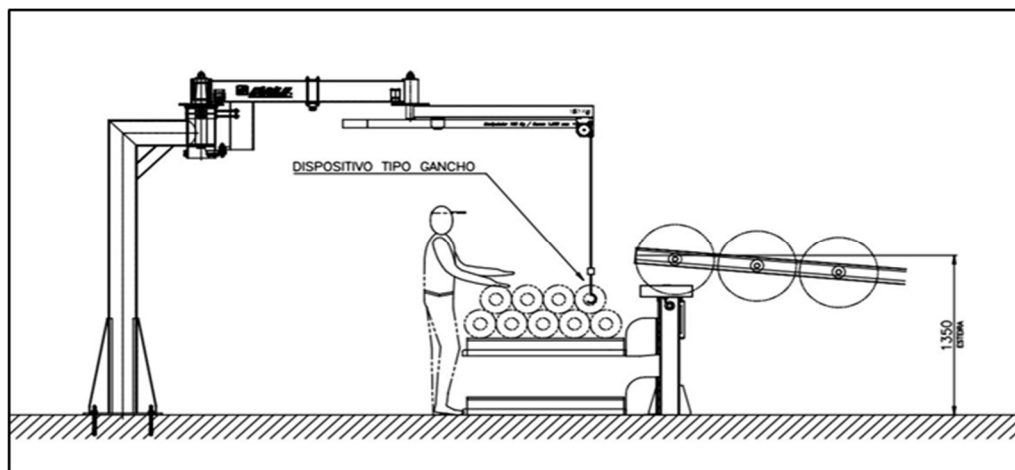
$$LI = \frac{60}{12,07}$$

$$LI = 4,97$$

Com base nos resultados obtidos através da aplicação da equação de NIOSH foi possível observar que as atividades de elevação de carga sobre o berço apresentaram alto risco, portanto

são prejudiciais à saúde dos funcionários do setor de almoxarifado, onde estas cargas são levantadas de forma manual e incorreta. Diante desta situação de risco ergonômico foi desenvolvido e implementado um protótipo manipulador de carga (Figura 4).

Figura 4 - Protótipo do Manipulador de Carga.



Fonte: Adaptado Chrilu Equipamentos Hidráulicos (2022).

Este dispositivo foi projetado para realizar o levantamento e manuseio dos rolos de tecido, eliminando 100% do esforço físico nos membros superiores e inferiores, reduzindo a flexão e rotação do tronco. Com essa tecnologia pretende-se não apenas garantir segurança, a saúde e bem-estar dos trabalhadores, mas também melhorar a eficiência e a produtividade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, foi possível evidenciar que as atividades exercidas no levantamento de rolos de tecido até o berço apresentaram um alto risco ergonômico na sua execução, sendo que desta forma os funcionários podem desenvolver problemas de saúde relacionados a esta atividade.

A implementação do manipulador de carga no setor de almoxarifado trouxe benefícios significativos, reduzindo os possíveis danos físicos aos trabalhadores causados pelo levantamento de carga, aumentou a segurança no local, auxiliou na melhoria da eficiência e trouxe a facilidade no manuseio de cargas com pesos diferenciados.

REFERÊNCIAS

ABERGO, 2000 - **A certificação do ergonomista brasileiro** - Editorial do Boletim 1/2000, Associação Brasileira de Ergonomia.

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D.; **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2019.

BRASIL. Ministério do trabalho. **NR17 – ERGONOMIA**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho, 03 de Jan de 2022. Assunto: ERGONOMIA

BRITTO, S.C.L.S.; **Dispositivo mecatrônico para sustentação de cargas**. São Paulo, 2012.

CHIASSON, M.; IMBEAU, D.; AUBRY, K.; DELISLE, A.; **Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders**. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v.42, p. 478-488, set de 2012.

CORRÊA, V. M.; BOLETTI, R. R.; **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

CHRILU EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS. Chrilu, 2023. Disponível em: <https://www.chrilu.com.br/>. Acesso: 01 nov. 2023.

DECKER, K. **The Sky is the limit**. *Energy Bulletin*, California, 2010.

DOCKRELL, S.; O'GRADY, E.; BENNETT, K.; MULLARKE, C.; MC CONNELL, R.; RUDDY, R.; TWOMEY, S.; FLANNERY, C.; **An investigation of the reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) as method of assessment of children's computing posture**. *Applied Ergonomics*, n. 43, 2012.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B.; **Ergonomia prática**. São Paulo: Blucher, 2012.

PICAPES S10. Chevrolet, 2023. Disponível em: <https://www.chevrolet.com.br/picapes/s10>. Acesso: 01 nov. 2023.

FERREIRA, M. C.; **Ergonomia da Atividade aplicada à Qualidade de Vida no Trabalho: lugar, importância e contribuição da Análise Ergonômica do Trabalho (AET)**. *Revista Brasileira De Saúde Ocupacional*, v. 40, n. 131, p. 18–29, Jan/Jun. 2015.

GARG, A.; **Revised NIOSH equation for manual lifting: a method for job evaluation**. *AAOHN J*, v. 43, n. 4, p. 211-216, 1995.

GRANDJEAN, E.; **Manual de Ergonomia**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GÜÉRIN, F.; KERQUELEN, A.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, F.; DURAFFOURG, J.; **Comprender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

IIDA, I.; **Ergonomia - Projeto e Produção**. São Paulo: Blucher, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/TR 12295:2014. **Ergonomics - Application document for International Standards on manual handling (ISO 11228-1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226)**.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E.; **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. São Paulo: Bookman, 2005.

LIMA, J. A. A.; **Bases Teóricas Para Uma Metodologia De Análise Ergonômica**. Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído, 4., 2004. Rio de Janeiro, Anais [...]. Rio de Janeiro: ERGODESIGN, 2004.

MASCULO, F. S.; VIDAL, M. C.; **Ergonomia: trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier / ABEPRO; 2011.

MOREIRA, E. S.; **A equação de levantamento NIOSH e as melhorias ergonômicas**. Trabalho de Conclusão de Curso, Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté – UNITAU, Taubaté, 2017.

NIOSH [1994]. **Manual de aplicações para a equação de elevação revisada do NIOSH**. Por Waters TR, Ph.D., Putz – Anderson V, Ph.D., Garg A, Ph.D. Cincinnati, OH: Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA, Centros de Controle e Prevenção de Doenças, Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional, Publicação DHHS (NIOSH) No. 94-110 (Revisado em 9/2021), <https://doi.org/10.26616/NIOSH/PUB94110revised092021>

NEVES, M.; SERRANHEIRA, F.; **A formação de profissionais de saúde para a prevenção de lesões musculoesqueléticas ligadas ao trabalho a nível da coluna lombar: uma revisão sistemática**. Revista Portuguesa de Saúde Pública, v. 32, n. 1, p. 89-105, 2014.

PACOLLA, S. A. O.; SILVA, J.C. P.; **Revisão de Metodologias de Avaliação Ergonômica Aplicadas à Carteira Escolar: uma abordagem analítica e comparativa**. Revista Design e Ergonomia: aspectos tecnológicos. São Paulo, 2009.

RIBEIRO, I. A. V.; TERESO, M. J. A.; ABRAHÃO, R. F.; **Análise ergonômica do trabalho em unidades de beneficiamento de tomates de mesa: movimentação manual de cargas**. Ciência Rural, v. 39, nº 4, p. 1073–1079, jul. 2009.

ROSSO, A. L. B.; OKUMURA, S.; **Estudo Comparativo entre o Peso Suportado pelos Trabalhadores no Transporte Manual de Sacas de Cimento e o Limite Recomendado pelo Método NIOSH**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúna, abr. 2007.

SILVA, A. P.; **Ergonomia Interpretando a NR-17: Manual técnico e prático para a interpretação da Norma Regulamentadora n.17**. São Paulo: LTr, 2019.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Editora Érica, 1998.

SOARES, E. V. G.; SILVA, L. M. F. E.; **Estudo ergonômico e propostas de melhorias em postos de trabalho de uma empresa de mineração**. VII Seprone – Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste. Mossoró-RN, 7., 2012. Anais....

SONNE, M.W.L., VILLALTA, D.L., AND ANDREWS, D.M.; **Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA – Rapid office strain assessment.** *Applied Ergonomics*, v.43, p. 98-108, jan. 2012

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VIDAL, M. C. R. **Guia para Análise Ergonômica do Trabalho (AET) na Empresa.** Rio de Janeiro: EVC, 2003.

WATERS, T., PUTZ-ANDERSON, V., & GARG, A. (1994). **Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation.** U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.