Ergonomia do Trabalho e seu Impacto na Saúde de Operadores de Portêineres: Um Estudo de Caso em Um Porto Concentrador Marítimo

Work Ergonomics and its Impact on the Health of Portainer Operators: A Case Study in a Maritime Concentrator Port

João Gabriel Nunes[1]
orcid.org/0009-0006-6587-6726

Diego Henrique Alves da Silva[2]
orcid.org/0000-0002-4750-421X

Felipe Mendes da Cruz[3]
orcid.org/0000-0002-0163-465X

Bianca M. Vasconcelos [4]
orcid.org/0000-0002-5968-9581

[1]Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: joaogabriel.nunes@hotmail.com

[2]Núcleo de Higiene e Segurança do Trabalho, Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: dhas@poli.br

[3]Núcleo de Higiene e Segurança do Trabalho, Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: felipemendeslsht@poli.br

[4]Núcleo de Higiene e Segurança do Trabalho, Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: bianca.vasconcelos@upe.br

DOI: 10.25286/repa.v10i2.3160

Esta obra apresenta Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: João Gabriel Nunes; Diego Henrique Alves da Silva; Felipe Mendes da Cruz; Bianca M. Vasconcelos. Ergonomia do Trabalho e seu Impacto na Saúde de Operadores de Portêineres: Um Estudo de Caso em Um Porto Concentrador Marítimo. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v.10, n. 2, p. 27-34, 2025.

RESUMO

A ergonomia dos trabalhadores impacta diretamente sua produtividade devido aos riscos crônicos à saúde ocasionados por posturas e condições inadequadas. Assim, é essencial a implementação de ambientes de trabalho com condições individualizadas que atendam às características antropométricas de cada trabalhador. O presente estudo teve como objetivo identificar os riscos ergonômicos aos quais os operadores de portêineres de um porto no estado de Pernambuco estão expostos. Os dados foram coletados por meio da técnica de Análise de Conteúdo de Bardin, revelando que o alto índice de absenteísmo entre os operadores está relacionado ao controle rigoroso de produtividade e ao excesso de movimentos repetitivos nos membros superiores. Os resultados indicam que ambientes de trabalho ergonomicamente deficientes geram estresse físico e emocional, baixa produtividade e comprometem a qualidade do trabalho. Conclui-se que a adoção de medidas preventivas, como a ginástica laboral, deve ser priorizada, com as organizações assumindo a responsabilidade pela promoção de um ambiente de trabalho saudável por meio de políticas voltadas à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores.

PALAVRAS-CHAVE: Absenteísmo, Ergonomia, Portêiner, Porto Concentrador Marítimo.

ABSTRACT

Worker ergonomics directly influence productivity due to chronic health risks caused by improper postures and working conditions. Therefore, it is essential to implement work environments with individualized conditions tailored to each worker's anthropometric characteristics. This study aimed to identify the ergonomic risks faced by container crane operators at a port in the state of Pernambuco. Data were collected using the Bardin Content Analysis technique, revealing that the high absenteeism rate among operators is linked to strict productivity control and excessive repetitive movements in the upper limbs. The findings suggest that ergonomically deficient workplaces lead to physical and emotional stress, reduced productivity, and compromised work quality. It is concluded that preventive measures, such as workplace exercise programs, should be prioritized, with organizations assuming responsibility for promoting a healthy work environment through policies focused on workers' health and well-being.

KEY-WORDS: Absenteeism, Ergonomics, Portainer, Maritime Hub Port.

1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse das empresas dos mais diversos segmentos pelos aspectos relacionados à saúde dos trabalhadores durante sua atividade laboral se dá por duas razões principais: a regulamentação do setor e os custos provocados quando essa questão não é atendida adequadamente **[1]**. A ergonomia dos trabalhadores, então, apresenta-se como um dos elementos-chave na concepção e avaliação dos processos de produção, representando um grande fator de impacto na produtividade, bem como os riscos crônicos à saúde incorridos por posturas e condições de trabalho inadequadas **[2]**. Nesse contexto, faz-se necessário definir risco ergonômico como o conjunto de fatores de estresse físico e das condições do local de trabalho que acarretam se não tratados, em risco de danos ou doenças aos sistemas musculoesqueléticos dos funcionários **[3]**. O objetivo de uma avaliação de riscos ergonômicos, então, configura-se na detecção dessas condições inadequadas no local trabalho, bem como nos movimentos repetitivos, preferencialmente ainda em seus estágios iniciais, de modo a permitir ações corretivas apropriadas como ajustes de movimentos, modificação nas etapas de trabalho ou, se o potencial de danos ou lesões for demasiadamente elevado, a reconfiguração do local de trabalho **[4]**.

No entanto, percebe-se que tipicamente as análises ergonômicas nos locais de trabalho baseiam-se na observação da rotina dos trabalhadores quando esta já se encontra em andamento, assumindo então, uma característica não preventiva, enquanto busca gerenciar a carga de trabalho física, mental e garantir o desempenho esperado do processo **[1]**. Em situação em que boas práticas de ergonomia não são devidamente implementadas, os trabalhadores estão propensos à degradação de sua produtividade, entre outras razões, quando sujeitos a posturas de trabalho inadequadas, sendo este um dos principais fatores que podem agir sobre o mesmo, inclusive em longo prazo **[2]**. A razão disso está no entendimento de que a postura do trabalhador pode provocar, entre os principais efeitos, o comprometimento total ou parcial da manipulabilidade dos membros superiores, o que definirá o quão bem ele poderá produzir movimentos ou forças ao longo das várias direções do plano cartesiano **[5]**.

A fadiga adquirida em uma rotina de trabalho é, então, um fenômeno multidimensional com efeitos significativos sobre o desempenho operacional, podendo assumir características fisiológica (que inclui a fadiga muscular e a fadiga do sistema nervoso, sendo induzida pela realização de uma tarefa com uma força pré-determinada por um determinado tempo) e/ou psicológica (inclui o tédio e o cansaço que um trabalhador sente ao executar uma tarefa), sendo sua mensuração dificultada não apenas por sua natureza heterogênea, mas também porque consiste numa reação subjetiva a estímulos externos e não um estímulo observável em si **[6]**. Então, quando possível, convém a implementação de um ambiente de trabalho que contemple condições ideais a serem proporcionadas a cada trabalhador, de maneira individualizada, para que sua jornada se desenvolva de maneira mais adaptada possível às suas características antropométricas, isto é, dimensionais **[3]**.

No setor portuário marítimo, a crescente globalização condicionou a participação irrestrita nas atividades comerciais no mercado mundial a uma cadeia logística eficiente, em particular no que tange ao transporte marítimo de longo curso, sendo este o modal mais utilizado em trocas comerciais entre as nações, o qual realiza-se através da unitização da carga, isto é, quando mercadorias são reorganizadas e agrupadas em contêineres que tem a mesma origem e o mesmo destino, de modo a proporcionar uma logística unificada, mais ágil e, consequentemente, mais rentável **[7]**. Então, tratando especificadamente sobre a movimentação de contêineres, entende-se que sua chegada ao porto para embarque ou desembarque em um navio precisa ser realizada com o menor tempo de retenção possível, de modo a mitigar eventuais atrasos e o consequente aumento de custos, uma vez que esse é um dos principais fatores que regem a escolha dos terminais em portos concentradores como paradas ao longo das rotas dos navios porta-contêineres **[8]**.

Sendo assim, a importância da mensuração de desempenho portuário é condição necessária para que os portos sejam avaliados entre seus concorrentes; ao passo que um porto pode ser considerado como eficiente e competitivo, caso uma determinada tarefa, medida em relação a padrões pré-definidos de precisão, integridade, custo e velocidade, alcance indicadores estabelecidos como satisfatórios para aquele terminal **[9]**. Entre os equipamentos especializados capazes de assegurar eficiência no manuseio de contêineres está o portêiner, um guindaste de pórtico que realiza o embarque e desembarque dos

contêineres por meio de um sistema de engate e desengate, dispensando o uso de mão de obra **[10]**. Logo, esse equipamento é peça central na principal atividade em um porto do tipo concentrador de contêineres, condição que confere aos seus operadores uma rotina de trabalho significativamente desgastante, exigindo maior atenção aos gestores quanto aos riscos ergonômicos naturais a essa atividade **[11]**.

Em virtude da adoção cada vez mais comum de novas tecnologias nos meios de produção que favorecem a interação homem-máquina, percebe-se o aumento de riscos ergonômicos em razão da natureza dessas rotinas de trabalho específicas sejam cada vez mais estáticas **[12]**. Logo, é possível afirmar com base em princípios ergonômicos, que a postura e o padrão de movimentação de trabalhadores como os operadores de portêineres forneçam informações importantes para diagnosticar o risco de distúrbios musculoesqueléticos neste ambiente de trabalho **[13]**.

2 METODOLOGIA

Este estudo dá sequência a um trabalho realizado previamente **[14]** e faz uso de um estudo de caso.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo de caso foi desenvolvido em um terminal portuário localizado no estado de Pernambuco. À época do levantamento dos dados, ocupava uma área de 400.000m² distribuídos ao longo de dois cais do porto e possui capacidade atual de movimentar 721.500 TEUs anuais, onde 1 TEU (ou Twenty-feet Equivalent Unit), representa a capacidade de carga de um container marítimo normal: 20 pés de comprimento, por 8 de largura e 8 de altura. No setor de operações de contêineres trabalham 322 funcionários que estão distribuídos nos três turnos de funcionamento do terminal. Os funcionários de cada turno são subdivididos em três equipes (A, B, C), distribuídos em regime de escala de 04 ou 05 dias de trabalho por 01 dia de folga.

Optou-se pela aplicação de um questionário em meio físico a 30 profissionais operadores de portêineres como forma de identificar eventuais pontos de atenção. Esse questionário foi estruturado a partir de um estudo estabelecido previamente **[15]** e de uma técnica de mapeamento corporal largamente adotada **[16]**. Foi considerado ainda a rotina típica desse profissional, as diretrizes estipuladas pela NR 17 – Ergonomia **[17]** e pela a NR 29 – Norma Regulamentadora de Saúde e Segurança no Trabalho Portuário **[10]**.

Aos dados obtidos, foi aplicada a técnica de pesquisa Análise de Conteúdo (AC) desenvolvida por **[18]**, que se estrutura em três fases: (i) pré-análise, na qual foram coletados referencias teóricos e formulados objetivos, hipóteses e indicadores aplicáveis ao estudo; (ii) exploração do material (ou categorização ou codificação), que consiste no aprofundamento do estudo orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos levantados e; (iii) tratamento, inferências e interpretação dos resultados obtidos, na qual foi realizada uma análise reflexiva e crítica dos resultados que, posteriormente, receberam tratamento estatístico e representação gráfica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

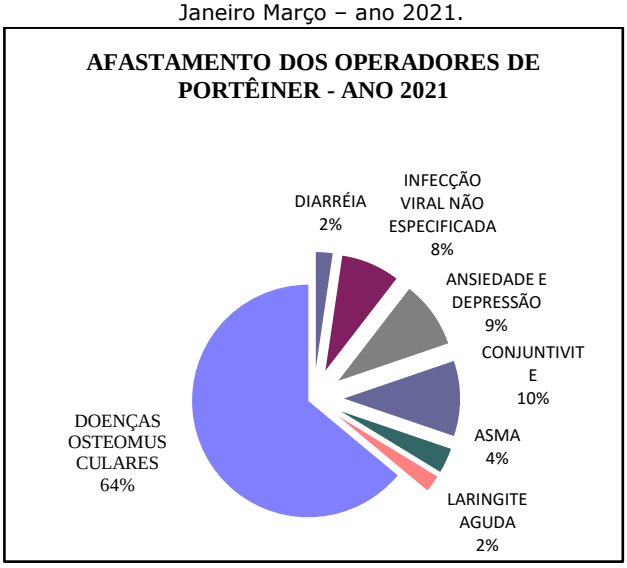
A atividade de operação dos portêineres ocorre ao longo do dia, em regime de turnos. O fluxo de trabalho varia de acordo com a quantidade de contêineres que serão embarcados ou desembarcados e o prazo máximo definido para que cada navio deverá deixar o porto.

Entre os funcionários, observa-se que ciclo de trabalho-repouso extremo é observado durante o turno da noite das 23:00h às 7:00h quando os guindastes trabalham continuamente por 4 horas sem interrupção. Isso resulta em níveis extremos de estresse dos operadores durante esse turno. Convém, ainda, citar a ocorrência de uma pequena oportunidade de descanso nas pausas entre cada caminhão, quando eles se posicionam para a carga e descarga. Trata-se de um breve intervalo que variara entre 50 segundos e 2 minutos, durante este período, o operador aproveita para descansar a coluna vertebral e o pescoço que são muito exigidos durante a operação do portêiner. Finalmente, a pausa estabelecida para as refeições desses trabalhadores, por sua vez, é de 60 minutos.

Acerca dos afastamentos dos operadores de portêiner, verificou-se alto índice de absenteísmo por doenças osteomusculares, com 64% do total de 30 colaboradores, conforme Gráfico 1.

DOI: 10.25286/repa.v10i2.3160

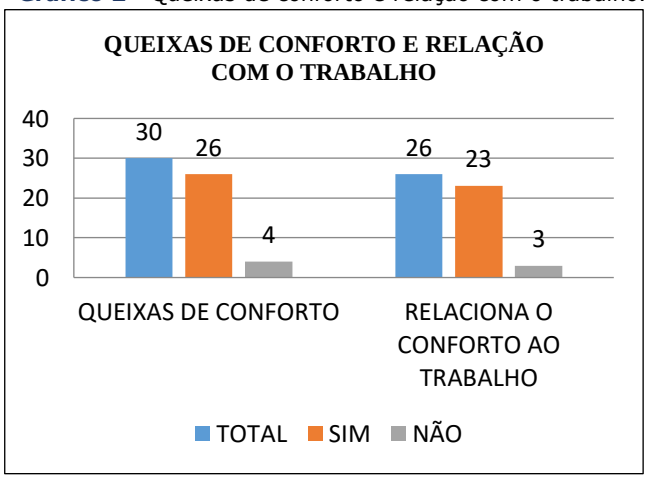
Gráfico 1 - Afastamento dos operadores de portêiner: Janeiro Março – ano 2021.



Fonte: Os Autores.

Em seguida, entre os 30 operadores identificados, 26 apresentaram queixas de desconfortos, número que representa um percentual de 86,6%, ao passo que quatro operadores não relatam dor, o que corresponde 13,4%. Dos 26 participantes que relataram queixa, 23 relacionaram as queixas com trabalho realizado, o que significa 88,46%, conforme apresentado no Gráfico 2.

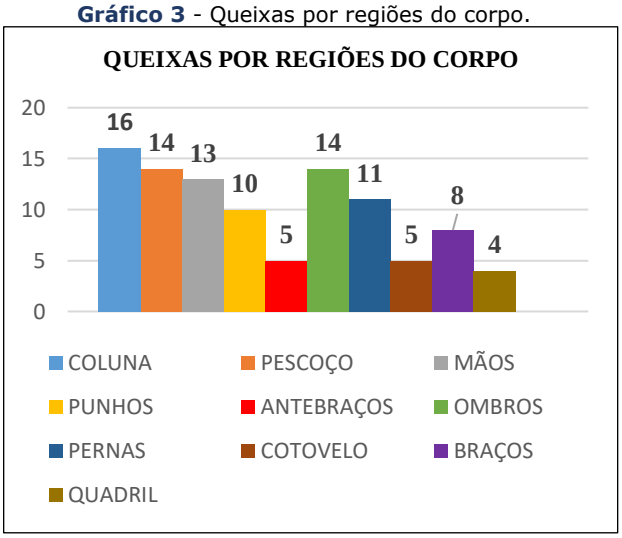
Gráfico 2 - Queixas de conforto e relação com o trabalho.



Fonte: Os Autores.

Com relação às regiões de desconforto, 55% relatam coluna, 46% ombro, 34% punho, 28% pescoço e braço, 43% mão, 36% pernas, 16% antebraços e cotovelos, 13% quadril, conforme visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Queixas por regiões do corpo.

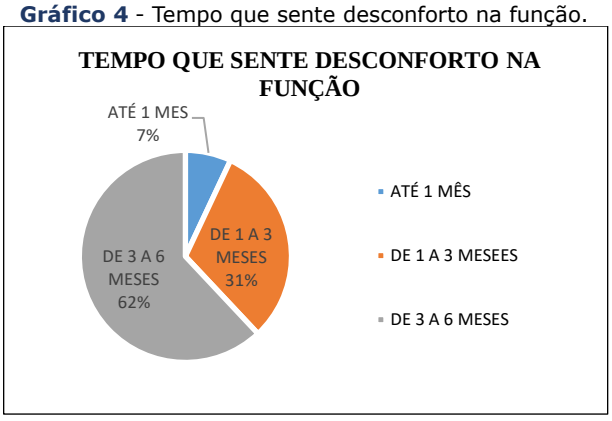


Fonte: Os Autores.

Esses dados evidenciam que a ocorrência de DORT para essa atividade, na qual os movimentos repetitivos são um importante fator de risco comum nos membros superiores, sendo as principais lesões e distúrbios a síndrome do túnel do carpo, a tendinite do punho e a epicondilite lateral **[19]**.

Com relação ao tempo de desconforto 7% relatam que sentem desconforto há pelo menos um mês, 62% de três a seis meses e 31% de um a três meses, mostrando que as queixas estão acometendo os funcionários com mais tempo na atividade, conforme observado no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Tempo que sente desconforto na função.

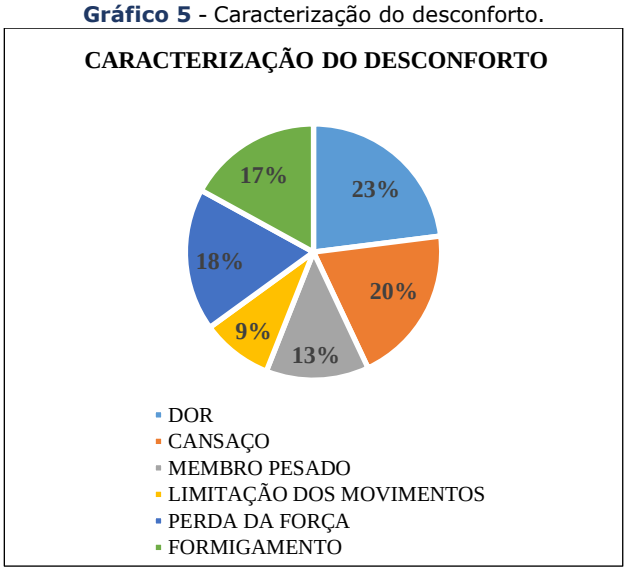


Fonte: Os Autores.

Com relação a caracterização do desconforto, listando-se as principais, pode-se observar que 23% relatam dor como principal sintoma, 20% cansaço, que é uma característica específica pós dor, 13% sentem o membro pesado, 9% limitação

dos movimentos, 18% com perda de força e 17% com formigamentos, de acordo com o Gráfico 5.

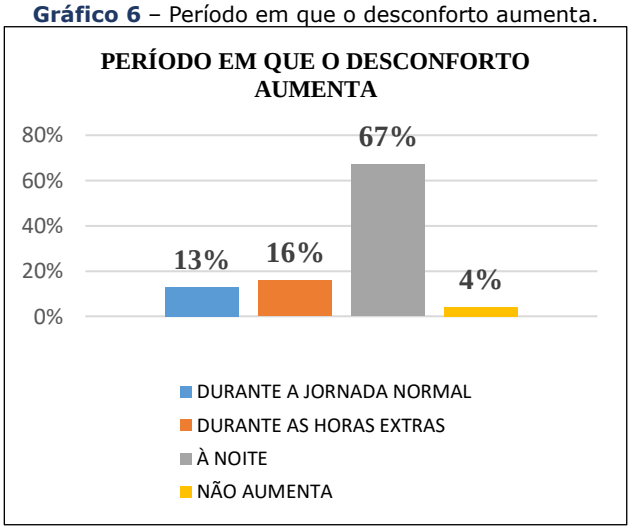
Gráfico 5 - Caracterização do desconforto.



Fonte: Os Autores.

O Gráfico 6 indica o período em que os funcionários relataram o aumento no desconforto físico em razão da postura inadequada em sua rotina de trabalho. Nele, observa-se que 67% dos entrevistados relatam sentir maior desconforto à noite.

Gráfico 6 – Período em que o desconforto aumenta.

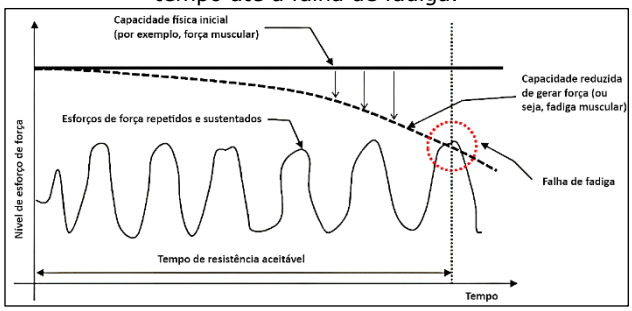


Fonte: Os Autores.

Os resultados obtidos mostram que há ocorrência de fadiga muscular e, em casos mais graves, de lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (DORT). A fadiga muscular, por sua vez, surge a partir do trabalho repetitivo, conforme ilustrado na Figura 1.

À medida que se executa uma tarefa repetidamente ao longo de um certo tempo, os músculos tornam-se fatigados, resultando em uma redução da força muscular devido ao acúmulo de substâncias de fadiga nas fibras musculares de modo que, na ausência do tempo de recuperação adequado (tempo de descanso), as forças necessárias para executar a tarefa tornam-se maiores do que a diminuição da força muscular em algum momento, sendo esse efeito chamado de falha de fadiga, ao passo que o tempo até a falha de fadiga é chamado de tempo de resistência **[20]**.

Figura 1 – Fatiga muscular ao longo de um intervalo de tempo até a falha de fadiga.



Fonte: adaptado de **[20]**.

A falha na fadiga indica que esforços realizados para além da capacidade muscular podem resultar em efeitos prejudiciais significativos na saúde e no desempenho laboral dos trabalhadores, podendo causar degradação mecânica dos tecidos, como danos musculares em curto prazo e surgimento de DORT em longo prazo **[21]**.

As DORTs por sua vez são definidas como os problemas ocupacionais mais dispendiosos e causam, anda, sofrimento humano significativo e encargos econômicos para empregadores, locais de trabalho, trabalhadores e sociedade, sendo os custos em razão da perda de produtividade, à formação de novos trabalhadores e aos custos de compensação **[1]**. São, finalmente, classificados como acidentes de trabalho graves e colocam em risco a segurança dos trabalhadores **[22]**. Entre as principais causas de DORT, temos: (i) risco ocupacional, (ii) características individuais e (iii) fatores sociais. Os fatores de risco ocupacionais incluem posturas incômodas, tarefas repetitivas, tarefas frequentes e/ou excessivas envolvendo o manuseio de cargas pesadas e desconforto térmico. As características individuais estão relacionadas a limitações individuais ou problemas de saúde. Por fim, fatores sociais como problemas familiares e econômicos podem interferir na motivação e atenção durante o trabalho **[19]**.

Posturas de trabalho desajeitadas e movimentos repetitivos são os fatores dominantes que, quando

DOI: 10.25286/repa.v10i2.3160

em um local de trabalho inadequado, contribuem para riscos ergonômicos e levam a DORTs. Desse modo, uma avaliação ergonômica eficiente e inteligente do risco inerente à atividade é imprescindível na mitigação do risco de desenvolvimento de DORTs **[4]**.

Analisando o ambiente e a rotina de trabalho de um operador de portêiner (Figura 2), foi possível elencar as atividades realizadas com maior repetição, dentre as quais temos: flexão dos braços; extensão dos ombros e punhos; abdução e compressão dos polegares e indicadores (para acionamento da manopla do equipamento); flexão da cabeça e do tronco (para observar a operação do portêiner).

Figura 2 – Visão e execução do operador no Embarque e desembarque dos contêineres.

Fonte: Os Autores.

4 CONCLUSÃO

Quanto ao estudo de caso, os resultados obtidos evidenciaram que o elevado índice de absenteísmo dos operadores está relacionado ao controle rígido de produtividade e ao excesso de movimentos repetitivos de flexão dos membros superiores. Evidenciou-se, ainda, que os sintomas de dores, lombalgias e fadiga muscular e futuras ocorrências de DORT, estão relacionados à exigência de postura na posição sentada por longos períodos, com o movimento repetitivo de torção e inclinação do tronco, braços, antebraços e com poucas pausas de descanso e práticas de exercícios de relaxamento, descumprindo as exigências previstas na legislação específica.

Observou-se ainda, que um local de trabalho ergonomicamente deficiente pode causar stress físico e emocional, baixa produtividade e má qualidade do trabalho, de modo que uma avaliação dos níveis de exposição aos fatores de risco de DORT pode ser uma base apropriada para o planejamento e implementação de programas de ergonomia intervencionista no local de trabalho **[1]**.

Então, baseado nos dados encontrados, foram implementadas algumas intervenções que minimizaram as inadequações das atividades analisadas. Entre as medidas adotadas ainda no segundo semestre de 2021, mesmo com a pandemia, foi implantado o programa de ginástica laboral, como demonstra a Figura 3.

Figura 3 – Implementação do programa de ginástica laboral.

Fonte: Os Autores.

Juntamente com o programa, foi colocada em prática a organização da atividade laboral de modo a assegurar o melhoramento nos processos de operações de uma etapa condizente com a operação de portêiner, bem como o incentivo disponibilizado aos colaboradores por meio de parceiras com academias, incentivando a prática de exercícios físicos.

Além disso, a empresa criou o programa fisioterapia *in company*, atendendo em parceria com o plano de saúde os colaboradores no ambiente corporativo, buscando a recuperação, mobilidade, segurança e prevenção no desenvolvimento de doenças posturais causadas pela falta de ergonomia nos equipamentos de trabalho, observado na Figura 4.

Figura 4 – Implementação de fisioterapia *in company*.

Fonte: Os Autores.

Nesse contexto, entende-se que os dispositivos preventivos devem ser priorizados continuamente, de modo a garantir uma rotina de trabalho mais adequada aos funcionários. As organizações, por sua vez, devem assumir o seu papel focando suas responsabilidades, mantendo um ambiente de trabalho ergonomicamente correto e saudável, desenvolvendo políticas que promovam a saúde bem-estar dos colaboradores; pois ficou nítido que tomar medidas para detectar, reduzir e prevenir o risco de DORT nos funcionários poderá, também, aumentar a eficiência do trabalho e a produtividade, além da saúde ocupacional **[22]**.

Finalmente, referente às condições organizacionais, observou-se a necessidade de reorganizar o revezamento de tarefas para garantir a existência das pausas para descanso, com o objetivo de diminuir a sobrecarga das obrigações, minimizando assim, os efeitos da repetição. Portanto, os resultados destacam que uma das principais causas de absenteísmo e problemas relacionados é o ritmo excessivo de trabalho, fazendo-se necessária a realização de pausas da atividade laboral como uma ação prioritária a ser desenvolvida pela organização.

REFERÊNCIAS

[1] PERUZZINI, Margherita; PELLICCIARI, Marcello; GADALETA, Michele. A comparative study on computer-integrated set-ups to design human-centred manufacturing systems. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 55, p. 265-278, 2019.

[2] PETERNEL, Luka; SCHØN, Daniel Tofte; FANG, Cheng. Binary and hybrid work-condition maps for interactive exploration of ergonomic human arm postures. **Frontiers in Neurorobotics**, v. 14, p. 590241, 2021.

[3] MAKSIMOVIĆ, Nikola *et al*. Challenging Ergonomics Risks with Smart Wearable Extension Sensors. **Electronics**, v. 11, n. 20, p. 3395, 2022.

[4] WANG, Jingwen; HAN, SangHyeok; LI, Xinming. 3D fuzzy ergonomic analysis for rapid workplace design and modification in construction. **Automation in Construction**, v. 123, p. 103521, 2021.

[5] PETRIČ, Tadej *et al*. Assistive arm-exoskeleton control based on human muscular manipulability. **Frontiers in Neurorobotics**, v. 13, p. 30, 2019.

[6] XU, Shuling; HALL, Nicholas G. Fatigue, personnel scheduling and operations: Review and research opportunities. **European Journal of Operational Research**, v. 295, n. 3, p. 807-822, 2021.

[7] DA SILVA, Diego Henrique Alves; DE MOURA, Ana Regina Lima Uchôa. Omissões de Navios Contêineres ao Porto de Suape. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 8, n. 2, p. 29-38, 2023.

[8] DE SOUZA, Felipe Lobo Umbelino; PITOMBO, Cira Souza; YANG, Dong. Port choice in Brazil: a qualitative research related to in-depth interviews. **Journal of Shipping and Trade**, v. 6, p. 1-22, 2021.

[9] VAGGELAS, George. Measurement of port performance from users' perspective. **Maritime Business Review**, v. 4, p. 130-150, 2019.

[10] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 29** – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário, 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-

DOI: 10.25286/repa.v10i2.3160

br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-29-atualizada-2022-1.pdf. Acesso em: 06 abr. 2025.

[11] NUNES, João Gabriel Ramos de Mendonça Sotero. **Análise Postural do Operador de Portêiner Utilizando a Metodologia Rapid Upper Limb Assessment – Rula**: Pesquisa de Campo em um Terminal Portuário. 2022. 64 p. Monografia (Especialização em Segurança do Trabalho), Escola Politécnica de Pernambuco – POLI/UPE, Recife, 2022.

[12] BRIDGER, Robert. **Introduction to Ergonomics**, 3º ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

[13] ALIPOUR, Pouya *et al*. Ergonomic design of manual assembly workstation using digital human modeling. **Annals of Global Health**, v. 87, n. 1, 2021.

[14] MENDONCA, João Gabriel; OLIVEIRA, Sabrina Santiago; AZEVEDO FILHO, Rildo; ALVES DA SILVA, Diego Henrique; VASCONCELOS, Bianca Maria. Análise Postural do Operador de Portêiner Utilizando a Metodologia Rapid Upper Limb Assessment - Rula: Pesquisa de Campo. *In*: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2023, Florianópolis. A profissão da Ergonomia no Brasil: Competências, Habilidades e Formação, 2023.

[15] BORG, Gunnar. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

[16] VARGHESE, M. A.; SAHA, P. N.; ATREYA, N. A rapid appraisal of occupational workload from a modified scale of perceived exertion. **Ergonomics**, v. 37, n. 3, p. 485-491, 1994.

[17] BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 17** – Ergonomia, 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf. Acesso em: 06 abr. 2025.

[18] BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

[19] COLIM, Ana *et al*. Towards an ergonomic assessment framework for industrial assembly workstations—A case study. **Applied Sciences**, v. 10, n. 9, p. 3048, 2020.

[20] SEO, JoonOh; LEE, SangHyun; SEO, Jongwon. Simulation-based assessment of workers' muscle fatigue and its impact on construction operations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 11, p. 04016063, 2016.

[21] KUMAR, Shrawan. Theories of musculoskeletal injury causation. **Ergonomics**, v. 44, n. 1, p. 17-47, 2001.

[22] LEE, Yu-Chi; LEE, Ching-Hung. SEE: A proactive strategy-centric and deep learning-based ergonomic risk assessment system for risky posture recognition. **Advanced Engineering Informatics**, v. 53, p. 101717, 2022.