

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC DE CUBATÃO
ENSINO TÉCNICO EM LOGÍSTICA**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SOCADOR PNEUMÁTICO NO
DESCARREGAMENTO DE AÇÚCAR NO PORTO DE SANTOS:
IMPACTOS NA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA E OPERACIONAL**

Débora Evelyn Rodrigues de Freitas*¹

Jéssica Batista Silva**

Yuri Hipólito Guedes dos Santos***

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a implementação do socador pneumático no descarregamento de açúcar no Porto de Santos, analisando seus impactos na eficiência logística e operacional. A pesquisa parte da problemática da compactação do açúcar durante o transporte ferroviário, fenômeno que aumenta o tempo médio de descarga e compromete indicadores de desempenho. O objetivo principal foi verificar se a adoção dessa tecnologia contribui para manter o tempo de descarga dentro da meta estabelecida pela empresa, além de avaliar reflexos na ergonomia e segurança dos trabalhadores. A metodologia envolveu coleta de dados operacionais, análise de indicadores de desempenho (OEE e TMD) e entrevistas com colaboradores. Os resultados mostraram redução significativa no tempo de descarga, diminuição de ocorrências relacionadas a esforço físico e eliminação de acidentes com ferramentas manuais, confirmando as hipóteses levantadas. Conclui-se que a automação do processo por meio do socador pneumático trouxe ganhos de eficiência logística, maior segurança ocupacional e perspectivas de replicação da tecnologia em outros terminais portuários.

PALAVRAS-CHAVE: Cadeia Logística. Descarga de Açúcar. Socador Pneumático. Porto de Santos.

¹ *Aluna do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, debora.freitas28@etec.sp.gov.br

**Aluna do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, jessica.silva2258@etec.sp.gov.br

***Aluno do Curso Técnico em Logística, na Etec de Cubatão, yuri.santos128@etec.sp.gov.br

ABSTRACT

This article presents a case study on the implementation of pneumatic thumpers on the sugar unloading process at the Port of Santos, analysing its impacts on operational and logistics efficiency. The research's starting point is the sugar compaction during railway transportation, a phenomenon which increases the average unloading time and compromises performance indicators. The main objective was to verify if the adoption of said technology helps aligning the unloading time with the company's set goals, and also evaluate how it impacts the worker's ergonomics and safety. The methodology included the collection of operational data, performance indicator analysis (OEE and average unloading time), and interviews with workers. The results revealed significant reduction of unloading times and decreased occurrences of acidentes related to physical exhaustion and manual tools, confirming the research's hypothesis. In conclusion, the process automation by the pneumatic thumpers brought about gains in logistics efficiency, increased occupational safety, and potential application of the technology on other port terminals.

KEYWORDS: Supply Chain. Sugar Unloading. Pneumatic Thumper. Port of Santos.

1 INTRODUÇÃO

Segundo matéria do site da Associação de Comércio Exterior do Brasil (AEB - outubro/2024) sobre a última safra de açúcar do ano de 2024, o Brasil mostrou sua potência na produção e exportação do produto, processando 716,4 milhões de toneladas, dos quais exportou 35,3 milhões, registrando um faturamento histórico de U\$8,69 bilhões. É pelo Porto de Santos que esse açúcar é exportado, e de acordo com dados obtidos no site oficial da Autoridade Portuária de Santos (APS – janeiro/2025), neste mesmo período foram movimentadas 27 milhões de toneladas do produto, batendo recorde de volume das operações.

A empresa foco do estudo concordou em colaborar com a pesquisa, porém não permitiu o uso de sua imagem, sendo portanto referida pelo nome fantasia “LIV”. Opera com dois terminais de carregamento de açúcar, sendo um deles em São Paulo e outro em Minas Gerais. A diferença de umidade relativa (UR) entre esses pontos e o litoral paulista modifica as características do produto, ocorrendo o fenômeno caracterizado como soldagem ou empedramento. Frente a esses obstáculos, questiona-se como manter o tempo médio de

descarga (TMD) de trens dentro da referência de 04h27min no semestre em que há compactação do açúcar devido à troca de umidade.

A última safra enfrentou desafios devido a esses fatores climáticos que influenciaram a qualidade do produto, fazendo com que houvesse impactos logísticos em relação ao carregamento ferroviário do açúcar na origem, bem como no cadenciamento de trens no trecho rumo ao terminal de descarga, onde a operação acontecia utilizando métodos braçais, com pouca tecnologia que tornasse o processo mais ágil, eficiente e menos desgastante fisicamente aos trabalhadores.

Através das informações apresentadas, este estudo de caso tem como objetivo comprovar que a implementação de socadores pneumáticos contribuiu para manter o TMD dentro da referência desejada pela empresa, demonstrando os benefícios referentes à ergonomia dos empregados e outras melhorias que se sucederam a partir da automação do processo, comprovados por dados obtidos durante pesquisa.

Espera-se confirmar ou refutar as seguintes hipóteses elaboradas pelo grupo: a adoção dos socadores pneumáticos colabora com o objetivo da empresa de manter o TMD dentro da premissa desejada; a integridade física dos trabalhadores influencia diretamente na melhoria de resultados; e mudanças no manuseio do material em seu terminal de origem reduzem a compactação do açúcar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO E MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS A GRANEL

2.1.1 CONCEITO DE LOGÍSTICA

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 179) a logística, em um sentido amplo, é o conjunto de atividades voltadas para planejar, organizar e controlar o deslocamento de produtos, serviços e informações. Esse processo ocorre desde a origem até o destino, buscando garantir eficiência, agilidade e a plena satisfação das necessidades do cliente.

2.1.2 CONCEITO DE LOGÍSTICA FERROVIÁRIA NO BRASIL

A utilização do modal ferroviário é transporte de mercadorias por meio de uma composição de vagões graneleiros, envolvendo o planejamento e a execução do deslocamento de grandes volumes de cargas a um custo unitário reduzido, como ocorre com minérios e grãos. Seu principal objetivo é diminuir os gastos logísticos e tornar a cadeia de suprimentos nacional mais eficiente. Apesar das vantagens, esse modal ainda é pouco explorado no Brasil, que historicamente deu prioridade ao transporte rodoviário, resultando no uso limitado da malha ferroviária disponível.

2.1.3 MOVIMENTAÇÃO DE GRANÉIS POR VAGÕES

Os granéis são transportados por esse modal, através de vagões graneleiros do tipo Hopper, cuja estrutura é projetada para o escoamento de forma rápida. A carga sai por aberturas inferiores em formato afunilado e fechadas lateralmente, impedindo que o produto entre em contato com o meio externo.

Vantagens:

- Grandes volumes: o transporte ferroviário de granéis é ideal para grandes quantidades, sendo eficiente para o agronegócio e outras indústrias;
- Diversidade de mercadorias: abrange produtos sólidos (grãos, minérios);

Desafios:

- Complexidade logística: exige planejamento detalhado e integração de diferentes modais para assegurar que a carga chegue corretamente ao destino.
- Gestão de risco e contaminação: controle rigoroso da qualidade é essencial para preservar a integridade dos produtos.
- Gerenciamento operacional: visibilidade em tempo real das cargas é crucial para evitar gargalos, otimizar custos e manter o fluxo contínuo da cadeia de suprimentos.

Riscos

- Para a carga: contaminação, vazamentos, roubo, perdas por má vedação ou manuseio inadequado, e danos devido a impactos, atrito ou vibração.
- Para o pessoal: esforço físico excessivo, exposição a produtos perigosos e riscos decorrentes do manuseio incorreto.

2.2 PROCESSOS DE DESCARREGAMENTO DE VAGÕES FERROVIÁRIOS

A descarga realizada com o uso de marretas e chaves de abertura manuais, embora funcional, apresenta limitações como elevado tempo de execução, desgaste físico dos trabalhadores e riscos de acidentes. Além disso, a falta de padronização do processo gera perdas materiais e reduz a competitividade logística.

Avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de soluções mecanizadas, como socadores pneumáticos e vibradores industriais, capazes de reduzir o tempo de operação, aumentar a segurança ocupacional e minimizar perdas de carga.

2.3 TECNOLOGIAS PNEUMÁTICAS NA DESCARGA DE MATERIAIS

A pneumática é definida como a ciência aplicada do uso do ar comprimido e gases semelhantes, como nitrogênio, que também faz parte da formação do ar atmosférico, na atuação de dispositivos, que geram movimentos alternativos, movimentos de vai-e-vem, rotativos e combinados (PAVANI, 2010).

No caso do descarregamento ferroviário, destaca-se o socador pneumático, que substitui a força manual por impactos controlados, capazes de desprender materiais aglutinados ao vagão com maior rapidez e segurança. Os principais benefícios incluem: redução do tempo de descarregamento; diminuição dos riscos ergonômicos e de acidentes; maior padronização e eficiência no processo; e redução das perdas de carga.

A comparação entre os métodos demonstra que o uso de marretas manuais, embora de baixo custo inicial, gera prejuízos operacionais significativos, tanto em termos de tempo quanto de segurança. Já as tecnologias pneumáticas, apesar de demandarem investimento em equipamentos e manutenção, apresentam retorno econômico pela eficiência do processo e pela preservação da saúde do trabalhador.

2.4 ERGONOMIA E SAÚDE OCUPACIONAL NA LOGÍSTICA

2.4.1 CONCEITO DE ERGONOMIA

De acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA, 2022) o conceito de ergonomia pode ser definido como a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema. Tem como objetivo a

aplicação de teorias, princípios, dados e métodos para otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral dos sistemas em que atua.

Já na concepção de Vidal (2002, p. 26), a ergonomia é um conjunto de princípios e conceitos que visam adaptar o trabalho às características dos trabalhadores, visando proporcionar maior efetividade, conforto e segurança. Dentro de seu escopo, inclui fatores como postura de trabalho, manuseio de ferramentas, movimentos realizados de forma repetitiva, distúrbios musculoesqueléticos, layout do ambiente de trabalho, segurança, e saúde física e mental.

Quando aplicada na área da Logística, traz benefícios como aumento de produtividade gerado pela otimização de processos e utilização de equipamentos adequados, diminuição na ocorrência de lesões pela redução de movimentos repetitivos, melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e aumento de satisfação, e redução de custos através da prevenção de acidentes e aumento da eficiência dos processos.

2.4.2 IMPACTOS DO ESFORÇO REPETITIVO E RISCOS DE DOENÇAS OCUPACIONAIS NO MÉTODO MANUAL

Segundo a pesquisa de Sartori (2014), a manipulação manual constante e repetitiva de materiais e ferramentas no setor logístico acaba ocasionando maior risco por parte dos funcionários de desenvolverem doenças como Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), lesões nas costas (lombalgia), distensões ou entorses, e prensamento de mãos e dedos.

Para garantir que as operações sejam realizadas de forma adequada e visando minimizar danos à saúde dos trabalhadores, a NR-17 estabelece diretrizes em relação ao levantamento, transporte, e descarga individual de materiais. Essa norma regulamentadora também inclui o transporte manual de carga, que é definido pelo peso da carga ser transportado inteiramente por um único trabalhador, compreendendo o levantamento e a deposição da carga.

2.5 SEGURANÇA NAS OPERAÇÕES DE FERROVIÁRIAS

2.5.1 GESTÃO DE RISCOS EM OPERAÇÕES DE DESCARGA

- Prensamento de Mãos e Dedos.

Risco: Fazer uso de marretas para conferência e descompactação de produto, mantendo as mãos próximo ao ângulo de inclinação das aberturas (bicas) de escoamento e nas extremidades superiores dos vagões.

Medida de Controle: Uso das ferramentas no ângulo adequado e na posição que não ofereça risco as mãos e dedos que podem ficar em contato com as partes dos vagões. No caso de um do terminal observado pelo estudo, as marretas foram retiradas da operação, sendo proibido o seu uso em todos os sites da companhia, devido a ocorrências pessoais. Para as descargas de açúcar, o método para desobstrução das bicas foi substituído pelos socadores pneumáticos. Para a conferência do produto remanescente nas extremidades superiores, foi desenvolvida uma ferramenta de tamanho reduzido que não serve para descompactação.

- Lesões por Esforço Repetitivo (LER) / Fadiga / Riscos Ergonômicos.

Riscos: Ao manter postura inadequada da coluna durante a utilização de marreta para desobstrução de bicas de escoamento. Fadiga por esforço físico devido a qualidade do produto que prejudica a descarga e demanda que se bata mais tempo para descompactar o açúcar.

Medidas de Controle: Fazer pausas para descanso durante a operação. Evitar ficar em posições inadequadas que comprometam a coluna, braços e ombros. Nesse caso, a adoção dos socadores minimiza os riscos de LER e doenças associadas a má postura, já que o esforço físico dispendido pelo colaborador se tornou baixo. Segundo uma matéria publicada pelo site G1, sobre os principais motivos de afastamento de trabalhadores em 2024, dores na coluna, hérnias de disco, fraturas, lesões nos ombros, punho e mãos, respectivamente, integram a lista das causas mais comuns de incapacidades temporárias.

2.6 GESTÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL NA LOGÍSTICA

2.6.1 CONCEITOS DE INDICADORES LOGÍSTICOS E DE PRODUÇÃO

Os indicadores de desempenho logístico, ou KPIs (*Key Performance Indicator*), em português, Indicadores Chave de Performance, são ferramentas que medem os resultados de determinadas operações, proporcionando aos gestores, acesso a informações que ajudam a traçar estratégias para obter as melhores decisões e resultados.

O uso dos KPIs permite que a gestão tenha uma visão em tempo real dos eventos que ocorrem durante a operação, como por exemplo, quantidade produzida, tempo dispendido em cada etapa, paradas operacionais e suas causas, permitindo rapidez nas tomadas de decisão, otimizando o tempo de resposta estratégica.

Um dos indicadores usados pela empresa estudada para medir o seu desempenho é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), Eficiência Global do Equipamento em português.

O OEE é uma ferramenta que ajuda a gestão a otimizar seu processo operacional, combinando três pilares fundamentais: disponibilidade, desempenho e qualidade. Trazendo esses conceitos para o estudo de caso:

- Disponibilidade: Medição do tempo em que os recursos críticos estão operacionais (máquinas e equipamentos usados na operação como vibradores, socadores, chaves pneumáticas e ferramentas manuais de abertura de vagões);

- Desempenho: Acompanhamento em tempo real da operação hora a hora (h/h) em relação a meta esperada para aquele período e o tempo total do processo. A premissa de tempo determinada pela empresa para descarga de açúcar é de 04h27min

- Qualidade: Indica a proporção das operações livres de erros, e serve como referência da conformidade do produto as especificações desejadas e seu impacto em relação ao tempo esperado naquela operação.

A aplicação do OEE melhora a velocidade do processamento dos dados, permitindo uma tomada de decisões mais rápida devido a análise de informações em tempo real, reduz paradas e aumenta a qualidade nas operações. A partir desses apontamentos a gestão consegue traçar estratégias para minimizar impactos futuros, como: agendar manutenção preventiva, trazer melhorias para otimizar o processo operacional e capacitação da mão de obra.

3. DESENVOLVIMENTO

A “LIV” (nome fantasia) é um terminal integrador multimodal no Porto de Santos, que agrega modais de transporte visando otimizar suas operações logísticas, trazendo agilidade e qualidade que refletem em todos os setores da companhia.

Mesmo batendo recorde de movimentação de materiais em suas unidades, alguns processos apresentaram oportunidades para melhoria. A safra de 2024 trouxe desafios associados às mudanças climáticas que influenciaram as características do produto, refletindo nas operações de descarga no terminal. Com o açúcar compactado, o TMD aumentou, e consequentemente, uma gama de indicadores decaíram, levando a gestão a cogitar medidas que poderiam minimizar perdas em relação às condições do material.

A “LIV” possui seus métodos de medir indicadores de resultado, mas abordando numa maneira mais generalizada, o estudo considerou o TMD e as horas de impactos atribuídas às características físicas do produto apontado no h/h de cada composição. A compactação do

açúcar causada por fatores climáticos junto a falta do período de descanso produto (no mínimo 48 horas) antes de ser carregado, dificulta as operações e aumenta TMD, impactando o volume de composições descarregadas no terminal e fadigando os efetivos.

Pensando em manter/reduzir a premissa, foi feito um estudo de campo com a participação de diferentes especialistas de cada setor envolvido na descarga ferroviária, e elaboradas medidas que auxiliaram na automatização da descompactação do açúcar.

O socador pneumático foi uma das soluções pensadas para diminuir esses impactos. Uma estrutura semelhante já era empregada na descarga de fertilizantes como a ureia em outro site da companhia, que tem alta compactação devido a umidade. Porém, até então era inédito sua aplicação nos vagões carregados com açúcar. O presente artigo traz os desafios encontrados, as mudanças realizadas nas operações e os resultados, comparando dados de junho a agosto de 2024 e os números do mesmo período de 2025, assim traçando uma perspectiva das possíveis melhorias contínuas e quais os desafios que ainda precisam ser superados.

3.1 METODOLOGIA E COLETA DE DADOS

Para melhor percepção da experiência dos colaboradores em relação à automação do processo, foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo através de questionários elaborados na plataforma Google Forms, na qual os próprios funcionários envolvidos no processo de descarga dos vagões puderam informar e avaliar determinados aspectos da operação, como tempo de experiência na função, principais problemas enfrentados, condições ergonômicas, e adaptação ao uso do equipamento.

3.2 ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTO AUTOMATIZADO PARA DESCOMPACTAÇÃO DE VAGÕES NO TERMINAL “LIV”.

Foi a compactação do açúcar que trouxe dificuldade na descarga dos vagões, sendo este o motivo dessas ações de melhoria. As atividades no terminal da empresa “LIV” eram semiautomatizadas, ou seja, apesar de contar com vibradores de vagões para descompactação da carga, ainda era necessária a desobstrução manual, através da utilização de marretas dos tipos pêndulo e reta, que exigiam o esforço físico de seus colaboradores e proporcionavam risco de acidentes. O empedramento do açúcar se dá pelas trocas de umidade que o produto é submetido durante o processo, desde seu carregamento na origem até a chegada na Baixada Santista. Esta exposição gera a compactação do produto, já que o clima nos terminais de origem

(Ribeirão Preto e Uberaba) é predominantemente seco e o litoral paulista, úmido. O fenômeno que caracteriza a perda da fluidez do açúcar na hora do escoamento é chamado de soldagem.

Com a mudança na qualidade do produto, outros indicadores começaram a apresentar performance abaixo do esperado. Levando em consideração apontamentos relatados no OEE, foram obtidos os seguintes impactos de acordo com cada um dos 3 pilares desse indicador:

- Disponibilidade: Paradas por quebra de equipamento como os vibradores, já que ficavam mais tempo em operação para que o produto se desprendesse dos vagões. Quebra de ferramentas manuais como as marretas de desobstrução e conferência, pois eram submetidas por mais tempo aos impactos sobre as bicas de escoamento, acelerando o desgaste e comprometendo a resistência do material usado, consequentemente quebrando e aumentando os gastos com a compra de peças sobressalentes para reposição.

- Desempenho: Aumento do tempo de descarga, ultrapassando a meta para cada composição, a "LIV" estipula o tempo de 04h27min para a finalização de cada lote. Também foi observado que o desempenho dos colaboradores era comprometido devido ao cansaço físico por ter que despendar mais tempo usando as marretas, gerando impactos de quebra de ritmo.

- Qualidade: Açúcar empedrado que dificultava o desprendimento e demorava o escoamento, obstrução do gradeado das moegas e de vazadores que levam o produto até as correias transportadoras.

A gestão traçou estratégias para minimizar os impactos visando a próxima safra, desde como o açúcar era carregado nos terminais de origem até a descarga na unidade de Santos. Representantes de diversos setores da companhia montaram uma força tarefa e foram a campo acompanhar e participar do processo de descarga, buscando oportunidades de melhoria que englobassem manutenção, segurança e inovação tecnológica.

O Engenheiro Alexandro Estremeira da empresa WAF Engenharia Pneumática Ferroviária, atua desde 2023 atendendo demandas e os desafios que envolvem o modal ferroviário criando soluções inovadoras que otimizem o carregamento e descarregamento de vagões.

Seu primeiro contato com a "LIV" ocorreu em fevereiro de 2013, em visita ao terminal de fertilizantes da companhia em Araguari – MG, quando foi convidado a participar de um projeto sobre carregamento de soja, porém nesta oportunidade observou o quão pesado, desgastante, improdutivo e ineficiente eram os métodos manuais que os colaboradores utilizavam para descarregar as composições. A partir dessa observação, Alexandro, projetou uma ferramenta que substituísse o esforço físico do efetivo, aumentando a performance e a segurança nas operações.

A utilização do socador pneumático no descarregamento de ureia teve resultados positivos, levado para testes com açúcar se mostrou uma solução simples e promissora para o problema que o terminal estava enfrentando. A WAF foi a responsável por fabricar os primeiros protótipos que conforme as necessidades que surgiam já que cada terminal tem suas particularidades, assim foi se adaptando peças e estruturas buscando um modelo ideal que fosse leve e robusto, que atendesse aos diversos modelos de vagões que a companhia utiliza e sua variedade de ângulos nas bicas de escoamento.

Em contrapartida, foram tomadas medidas de controle de qualidade nos terminais de origem, melhorando o processo de carregamento como a umectação do açúcar antes do carregamento, descanso do produto por no mínimo 48 horas, controle da temperatura ideal para o carregamento minimizando as trocas de umidade do produto durante seu percurso no trecho e diminuir o tempo que o açúcar fica parado até ser descarregado (gestão de estoque). Por mais que essas medidas de controle no manuseio do açúcar, dificultem o empedramento, ele não faz com que o produto não sofra com o fenômeno de soldagem.

Melhorias nas ferramentas também foram desenvolvidas como a implementação de enxadas adaptadas com ponteira para a quebra do açúcar empedrado que se acumulava sobre o gradeado e dificultava o escoamento pelos vazadores, já que os modelos de enxada convencionais avariavam pelo uso inadequado da operação que não era feita para essa finalidade.

No campo de manutenção, temporizadores foram adicionados a lógica dos comandos dos vibradores, antes vibravam de forma intermitente contribuindo com o seu desgaste e gerando paradas, sendo assim, foram reprogramados para operar em ciclos com tempos de pausa entre as vibrações.

Dados do período entre 01 de junho a 31 de agosto de 2024, sem a utilização dos socadores pneumáticos, a “LIV” obteve uma média de TMD de 07h36min em junho, de 06h42min em julho, e de 08h24min em agosto.

A partir dos impactos registrados no OEE, o período contabilizou 507h6min, atribuídos à qualidade do produto, sendo esta a responsável por 54% dos eventos registrados que influenciaram no tempo do TMD.

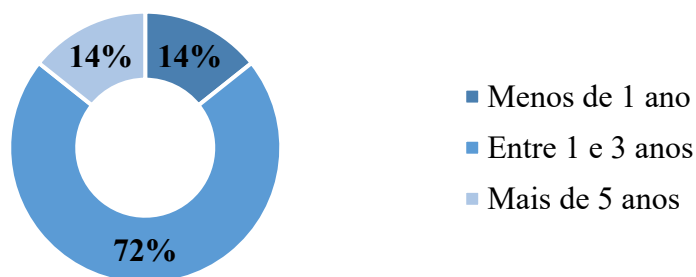
Os resultados obtidos no mesmo período observado no ano de 2025, com a automatização do processo consolidada, foram expressivos. Dados registrados entre 01 de junho a 31 de agosto de 2025, com a utilização dos socadores pneumáticos, mostraram as seguintes médias de TMD: 04h51min em junho, 06h12min em julho, e 05h42 em agosto.

De acordo com os eventos lançados no OEE neste período, os impactos relacionados a qualidade do produto somaram 144h18min, contabilizando 47% das ocorrências atribuídas ao produto.

Analisando outros eventos apontados no OEE, a redução dos impactos por açúcar compactado diminuiu a constância de outros apontamentos registrados durante as operações como paradas de equipamentos e segurança. O reflexo da implementação dos socadores melhorou a cadeia logística da descida de trens para o terminal, contribuindo para que o tempo de espera entre as composições fosse reduzido.

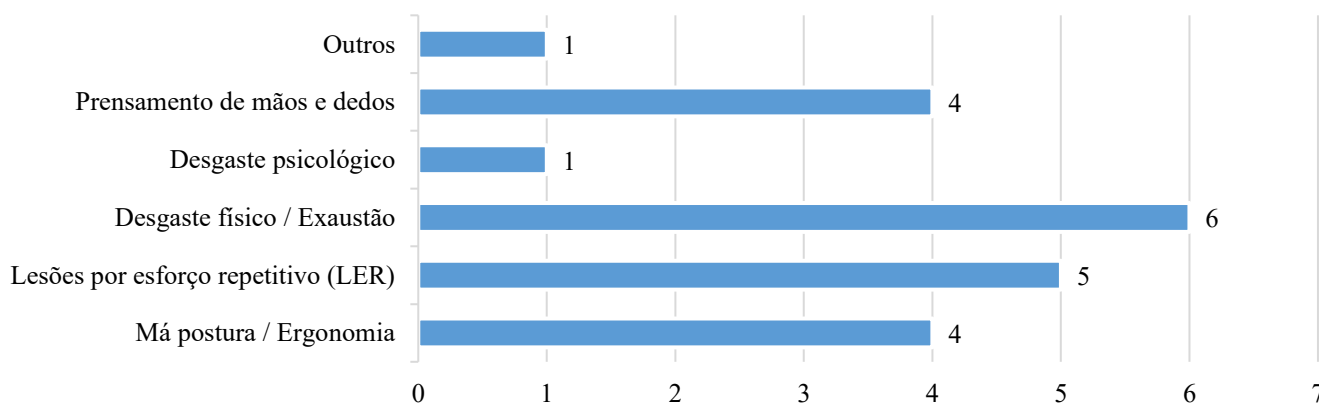
Quanto ao fator segurança, houve a diminuição do desgaste físico dos empregados e a eliminação dos incidentes envolvendo prensamento de mãos e dedos na descarga ferroviária. Uma pesquisa com os operadores da “LIV” mostrou a percepção dos colaboradores em relação a mudança do método de descarga manual para automatizado. Os resultados mostraram que:

- 72% dos entrevistados trabalha com descarga de granéis entre 1 e 3 anos;



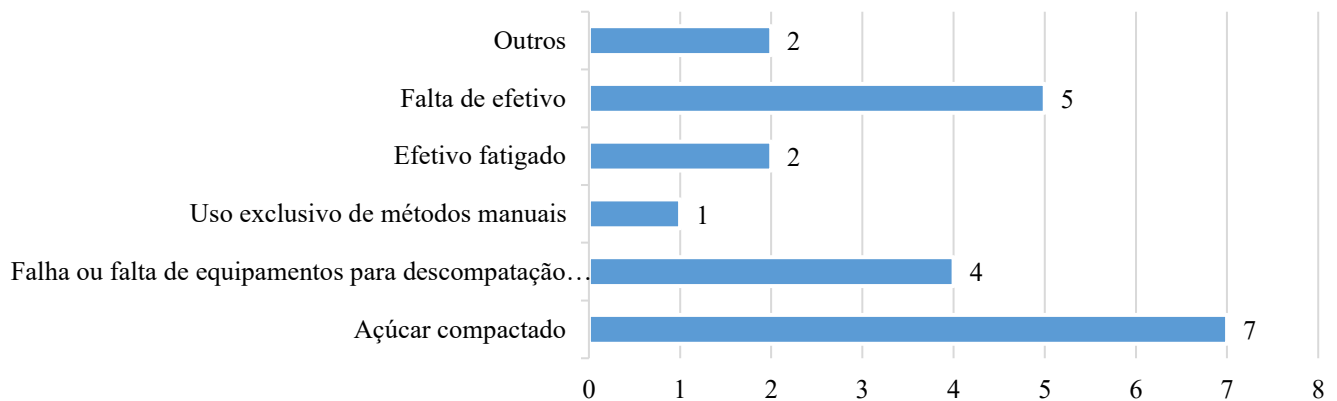
Fonte: O grupo

- 85% apontou que o desgaste físico/exaustão é o principal ponto negativo da descarga do açúcar compactado feita manualmente;



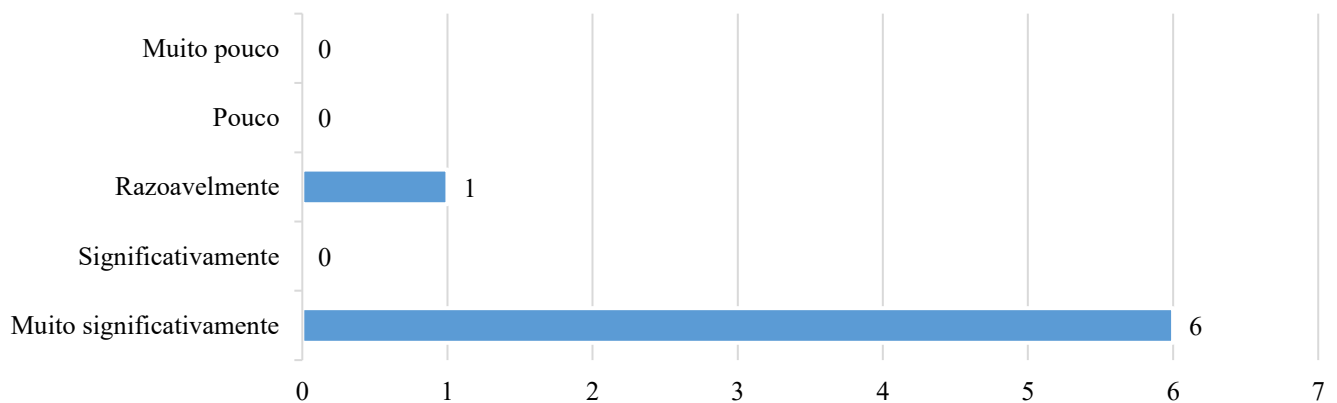
Fonte: O grupo

- Ainda em relação à operação, 100% dos entrevistados apontou o açúcar compactado como o principal motivo do TMD inferior à premissa;



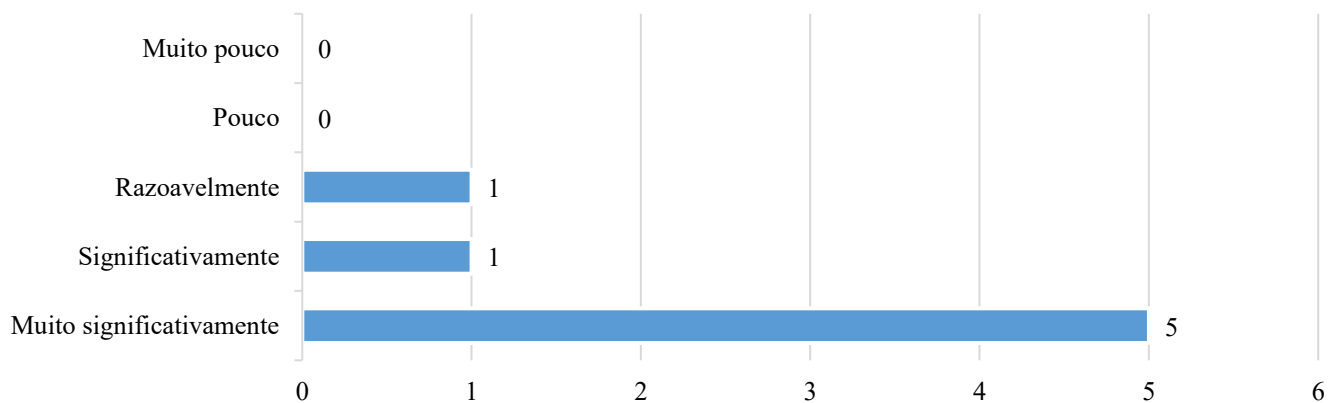
Fonte: O grupo

- 85% afirmou que o socador pneumático contribuiu significativamente para manter/diminuir o tempo de descarga nos períodos de produto empedrado;



Fonte: O grupo

- 71% indicou que a retirada das marretas de conferência e desobstrução eliminou os riscos de lesões e acidentes;
- 71% considerou extremamente fácil a adaptação ao uso dos socadores;



Fonte: O grupo

Além disso, foi questionado quais melhorias ainda poderiam ser implantadas para otimizar a eficiência nas operações nos meses em que a qualidade do produto impacta o TMD. Os empregados apontaram medidas como aumento do número de efetivos e de socadores por vagão, análise de dados e testes de qualidade nos terminais de origem, otimização da circulação de trens visando a curta exposição da carga aos fatores climáticos, e manutenções corretivas e programadas nos equipamentos maximizando a sua disponibilidade.

Para o Engenheiro Alexandro Estremeira, o socador é uma inovação simples, que a curto prazo mostrou resultados surpreendentes. Além de otimizar a descarga de fertilizantes, açúcar, farelo e soja, as empresas que investem nessa tecnologia observam ganhos na produção, baixas taxas de absenteísmo dos empregados e eliminação de ocorrências pessoais ligados a utilização de ferramentas manuais para desobstrução (marretas).

Com os resultados positivos do uso dos socadores pneumáticos nas operações, outros cinco terminais do Porto de Santos que trabalham com descarga de grãos também passaram a fazer parte das empresas atendidas pela WAF Engenharia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar a implementação dos socadores pneumáticos na descarga de açúcar e os resultados obtidos. Através de pesquisa e entrevistas com funcionários, foi verificado que embora a automação do processo não seja nenhuma inovação, o socador pneumático em si, é, já que o equipamento foi projetado especificamente para operações da empresa “LIV”. Foi comprovado que sua utilização no processo de descarga de açúcar agiliza a descompactação do produto, contribuindo o atendimento da premissa de TMD e também reduzindo a ocorrência de acidentes de trabalho ao proporcionar maior segurança e ergonomia aos trabalhadores.

Apesar de ser uma melhoria que já está inserida no padrão operacional de descarga da “LIV”, ainda há oportunidade para melhorias. Embora possua estrutura robusta, o socador ainda não está adaptado aos vagões do tipo Bunge, que têm o layout das bicas incompatível com o ângulo dos pistões de impacto, impossibilitando seu uso da forma correta e, neste caso, sendo necessário realizar a descarga apenas com o uso dos vibradores.

Também há a oportunidade de melhoria na estrutura em relação a exposição ao particulado que danifica os pistões das máquinas e acabam sendo o principal motivo de paradas para manutenção.

Como é comum, tecnologias automatizadas geram insegurança entre os colaboradores, que expressam receio em substituir a mão de obra braçal por equipamentos pneumáticos, porém, quando o empregado é mostrado que tal melhoria não exclui a necessidade do fator humano no processo, acaba se adaptando ao novo padrão operacional e otimizando não só a descarga como também trazendo maior segurança nas atividades.

REFERÊNCIAS

AEB. **Há três décadas na liderança, Brasil pode ser fornecedor mundial de açúcar de cana.**

AEB, out. 2024. Disponível em: <https://www.aeb.org.br/assuntos-de-interesse/2024/10/ha-tres-decadas-na-lideranca-brasil-pode-ser-fornecedor-mundial-de-acucar-de-cana/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTb n.º 3.214, 08 de junho de 1978. **NR 12 (Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos)**. Brasília, DF, 22 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>. Acesso em: 27 ago. 2025.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTb n.º 3.214, 08 de junho de 1978. **NR 11 (Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais)**. Brasília, DF, 22 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-11-nr-11>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MOURA, Rayane. **Dor na coluna lidera motivos de afastamento do trabalho em 2024..** G1, fev. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/trabalho-e-carreira/noticia/2025/02/08/motivos-de-afastamento-do-trabalho-em-2024.ghtml>. Acesso em: 27 ago. 2025.

PAVANI, Sérgio Adalberto. Comandos pneumáticos e hidráulicos. 3. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010.

Disponível em: https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/299/comandos_peumaticos_e_hidraulicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 26 nov. 2025.

PEREIRA, F. C. et al. **O uso estratégico da gestão logística na busca por um diferencial competitivo**. Caderno de Administração, v. 16, n. 1, p. 41-51, jul. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CadAdm/article/view/38053>. Acesso em: 27 ago. 2025.

Pneumática na indústria: aplicações e como é utilizada. Engepress, jan. 2025. Disponível em: <https://www.engepress.com.br/pneumatica-na-industria-aplicacoes-e-como-e-utilizada>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SANTOS JUNIOR, Carlos Alberto; AMARAL, Fernando Gonçalves. **Fatores de risco ergonômicos no contexto das empresas de logística: uma revisão sistemática**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (CONBREPRO), XII., 2022, Evento online. ESG nas Engenharias [...] Ponta Grossa: APREPRO, 2022. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/arquivos/10172022_091027_634d46e7a3eb9.pdf. Acesso em: 27 ago. 2025.

SARTORI, Diovani. **ANÁLISE ERGONÔMICA NO PROCESSO DE RECEBIMENTO DE MATERIAIS EM ÁREA DE LOGÍSTICA INTERNA**. 2014. Trabalho Final de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina, 2014. Disponível em: http://www.fahor.edu.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2014/Diovani_Sartori.pdf. Acesso em: 27 ago. 2025.

VIDAL, Mario Cesar. **Introdução à Ergonomia**. UFPR, Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

WHAT is ergonomics (HFE)? IEA. Disponível em: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 27 ago. 2025.