

Capítulo II – Gestão de viabilidade de projeto para uma caçamba eletromecânica basculante para empilhadeira

Alessandro Kenwa Nakaima¹¹

Celso da Silva Santos¹²

Daniel Vasconcelos Figueiredo¹³

Fernando Augusto da Mata¹⁴

Lucas Alves de Figueiredo¹⁵

Marcela Lima Garcia¹⁶

Vitor Hugo Marques Clemente¹⁷

Antonio Carlos Rodrigues¹⁸

Camila Fogaça de Oliveira¹⁹

Daniel Almeida Colombo²⁰

RESUMO

As empilhadeiras são equipamentos amplamente utilizados em diversas indústrias para transporte e movimentação de materiais com eficiência e segurança. Um problema muito comum nas indústrias corresponde ao acúmulo de cavacos gerados durante os processos de usinagem. Com base nisso, nosso desafio é implementar um sistema no qual uma caçamba seja empregada em conjunto com uma empilhadeira, visando automatizar o trabalho manual para que a caçamba possa descarregar os cavacos, resultando em um aumento da segurança dos colaboradores e redução do tempo operacional. A ideia do projeto consiste em desenvolver um sistema protótipo funcional de uma caçamba eletromecânica basculante para empilhadeira, a qual apresenta características inovadoras e melhorias em comparação aos modelos tradicionais. No protótipo há um recipiente que separa o óleo refrigerante dos cavacos que são liberados pelas máquinas no momento da usinagem, possibilitando a drenagem e sua reutilização.

Palavras-chave: Caçamba. Empilhadeira. Eletromecânica. Indústria. Sustentabilidade.

¹¹ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: nakaima.akn@gmail.com

¹² Graduando em Engenharia Mecânica. Email: celsodasilvasantos399@gmail.com

¹³ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: daniel.figueiredo00@gmail.com

¹⁴ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: fernandoaugustodamatamata@gmail.com

¹⁵ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: lucasalves.figueiredo@hotmail.com

¹⁶ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: malgarcia1310@gmail.com

¹⁷ Graduando em Engenharia Mecânica. Email: vitorguga23@gmail.com

¹⁸ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

¹⁹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: camila.oliveira@sistemafiep.org.br

²⁰ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: daniel.colombo@sistemafiep.org.br

ABSTRACT

Forklifts are widely used equipment in various industries for the efficient and safe transportation and movement of materials. A very common issue in industries relates to the accumulation of chips generated during machining processes. Based on this, our challenge is to implement a system in which a bucket is employed in conjunction with a forklift, aiming to automate the manual work so that the bucket can unload the chips, resulting in an increased safety level for the employees and a reduction in operational time. The project idea involves developing a functional prototype system of an electromechanical tipping bucket for a forklift, which features innovative characteristics and improvements compared to traditional models. In the prototype, there is a container that separates the coolant oil from the chips released by the machines during machining, enabling the drainage and their reuse.

Key words: Bucket. Forklift. Electromechanics. Industry. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O transporte e manuseio de resíduos representam desafios significativos em diversos setores industriais. Empilhadeiras são frequentemente utilizadas para essa tarefa, oferecendo eficiência e agilidade na gestão de resíduos. No entanto, essa operação pode trazer consigo desafios e problemas.

Um dos principais problemas associados ao transporte de resíduos usando empilhadeiras diz respeito à segurança. Os resíduos podem ter um tamanho considerável, ser instáveis ou até mesmo representar perigos, aumentando assim os riscos de acidentes durante o manuseio. Garantir que os operadores de empilhadeiras sejam adequadamente treinados e sigam os procedimentos de segurança apropriados é essencial para mitigar o risco de acidentes e lesões.

As caçambas manuais são fixadas às pontas dos garfos das empilhadeiras e são acionadas pela gravidade, permitindo que os resíduos sejam rapidamente descartados. No entanto, esse método apresenta riscos ao operador e frequentemente falha em separar o óleo dos materiais sólidos.

A caçamba eletromecânica para empilhadeira apresentada neste trabalho propõe um aprimoramento em relação à versão manual existente, possibilitando que a mesma tarefa seja realizada de maneira mais ágil, segura e sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A caçamba basculante é um dispositivo amplamente empregado em diversos setores industriais, como construção, mineração, agricultura e transporte de mercadorias. Schulz (2015) enfatiza que a caçamba basculante representa uma ótima opção no que diz respeito ao transporte de produtos granulados, graças à sua capacidade de proporcionar um procedimento conveniente de descarga.

Com a constante otimização desses processos, por meio de estudos aprofundados e desenvolvimento de estratégias, torna-se importante atender às demandas de um mercado em constante evolução. Assim, a combinação das vantagens proporcionadas pelas caçambas basculantes com a necessidade indispensável das empilhadeiras contribui para aprimorar a logística interna e a movimentação de produtos em ambientes industriais diversificados.

De acordo com Almeida (2016), as empilhadeiras são equipamentos amplamente utilizados em diversos setores industriais, sendo projetadas para movimentar e transportar grandes volumes de carga.

Farias e Oliveira (2020) identificaram um significativo aumento de sua utilização nos centros de distribuição. Essa tendência visa a minimização de despesas operacionais, com foco na maximização da capacidade de armazenamento, tornando, assim, as empilhadeiras indispensáveis para garantir um fluxo ágil e eficaz desses materiais.

Conforme destacado por Gois (2013), a indústria moderna está cada vez mais dependente da agilidade e eficiência nos movimentos de diversos tipos de materiais, em contextos que englobam desde a produção até a distribuição e o armazenamento.

De acordo com Farias e Oliveira (2020), a presença de empilhadeiras é essencial nos centros de distribuição, à medida que a tendência de verticalização dos estoques está se fortalecendo a cada dia. Portanto, é imperativo intensificar os estudos e desenvolver estratégias de melhoria contínua para otimizar a movimentação de mercadorias.

Farias e Oliveira (2020, p. 8) afirmam que “com o foco em armazenagem, são necessários equipamentos capazes para realizar o fluxo desses materiais de forma dinâmica e eficiente”. No entanto, é necessário enfatizar que a operação de empilhadeiras deve ser realizada por profissionais devidamente capacitados, que

sigam rigorosamente as normas de segurança, a fim de prevenir acidentes e danos aos equipamentos.

Em pesquisa realizada por Gois (2013), os perigos associados ao transporte de mercadorias têm o potencial de causar prejuízos tanto às cargas em trânsito quanto à segurança das pessoas envolvidas e aos bens materiais.

A proposta apresentada neste trabalho envolve a construção de um protótipo de uma caçamba eletromecânica basculante para empilhadeira, permitindo o transporte e a descarga de materiais de forma eficiente e segura. No protótipo, há um recipiente que separa o óleo refrigerante dos cavacos liberados pelas máquinas durante a usinagem, permitindo sua drenagem e reutilização.

Conforme Silva e Filho (2019) explicam, um sistema eletromecânico é composto por componentes elétricos e mecânicos que interagem para executar uma função específica. Essas duas partes operam de maneira interdependente, resultando em uma interconexão entre elas.

O óleo refrigerante é comumente usado em sistemas de refrigeração para controlar a temperatura em ambientes fechados, como edifícios, veículos e equipamentos eletrônicos. No entanto, o uso inadequado desse produto pode acarretar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana, uma vez que sua liberação inadequada pode contaminar o ar, a água e o solo, contribuindo para o efeito estufa.

Um estudo realizado por Straatmann (2002) avaliou que a adoção de abordagens ambientalmente sustentáveis e economicamente eficazes a longo prazo envolve a redução da poluição e do consumo de recursos, como matérias-primas, água e energia. A minimização dos resíduos não apenas aprimora a eficiência dos processos industriais, mas também reduz a necessidade de investimentos em soluções para questões ambientais. Isso resulta em um ciclo virtuoso de sustentabilidade, trazendo benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a economia.

Portanto, a adoção de medidas sustentáveis, como a reciclagem e a reutilização de óleos refrigerantes, juntamente com o uso de óleos refrigerantes biodegradáveis, pode ser uma alternativa viável para reduzir o impacto ambiental e preservar o meio ambiente na utilização de sistemas de refrigeração.

3 METODOLOGIA

O objetivo deste estudo consiste em desenvolver um protótipo em menor escala de uma caçamba eletromecânica basculante para empilhadeiras, com a finalidade de proporcionar uma solução mais eficaz, segura e economicamente vantajosa para o transporte e manuseio de materiais, especialmente resíduos provenientes de processos de usinagem. Atualmente, o processo de basculamento das caçambas em empilhadeiras é manual, o que implica em potenciais riscos de lesões musculoesqueléticas para os operadores e resulta em ineficiências operacionais nas empresas.

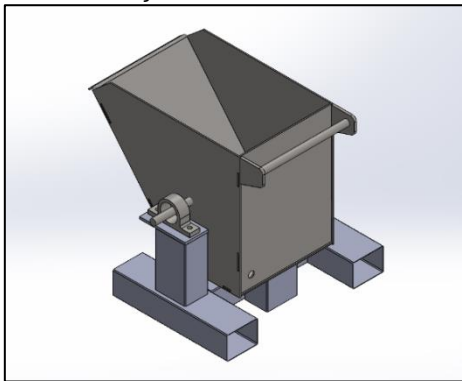
Este protótipo tem como propósito validar sua funcionalidade e eficácia em comparação com as soluções manuais já existentes no mercado, identificando as vantagens e benefícios oferecidos pela utilização da caçamba eletromecânica basculante em relação às soluções manuais tradicionais. Além disso, será conduzida uma análise da viabilidade econômica e operacional da implementação do protótipo em empresas que utilizam transporte e manuseio de materiais.

Por fim, busca-se propor melhorias e ajustes que possam aprimorar a eficiência e segurança do protótipo, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções na área de transporte e manuseio de materiais. A automação desse processo tem o potencial de aumentar a produtividade, reduzir o esforço físico dos trabalhadores e diminuir os riscos de lesões, ao mesmo tempo em que se apresenta como uma alternativa economicamente viável e eficiente para empresas que enfrentam desafios relacionados ao manejo de grandes volumes de resíduos de usinagem.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O projeto foi inicialmente desenvolvido no software de modelagem 3D SolidWorks, conforme ilustrado na Figura 1. Durante o decorrer dos testes, foram necessárias algumas alterações para aprimorar o equilíbrio e a funcionalidade do protótipo.

Figura 1 – Modelagem 3D do protótipo de caçamba basculante



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 – Peças utilizadas no projeto

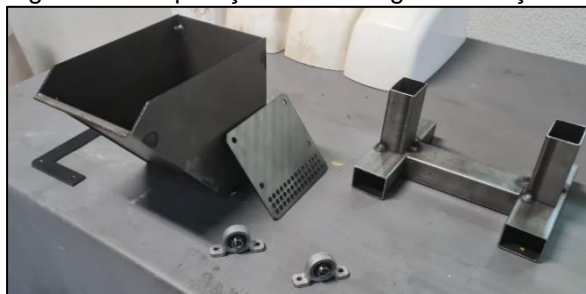


Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez que o projeto foi colocado em prática, as peças representadas nas Figuras 2 e 3 foram fabricadas, sendo cortadas a laser a partir de chapas. A montagem da caçamba, como mostrado na Figura 4, envolveu a fase de soldagem. Após a conclusão da montagem da caçamba, foi instalado um sistema elétrico que tem como objetivo acionar o movimento do eixo responsável pelo basculamento da caçamba, permitindo a remoção dos cavacos depositados no seu interior.

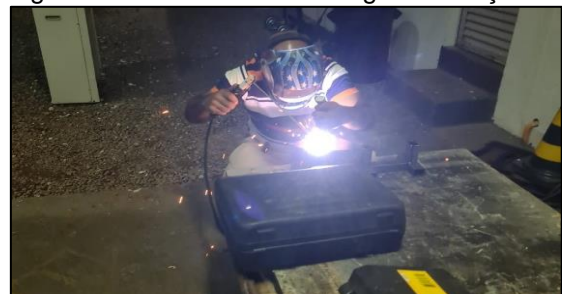
A caçamba possui um compartimento na parte inferior onde o óleo residual proveniente da usinagem dos cavacos é separado dos sólidos através de uma grade e armazenado. Esse compartimento pode ser drenado por meio de uma válvula localizada na parte inferior da caçamba.

Figura 3 – Preparação de montagem da caçamba



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Processo de montagem da caçamba



Fonte: Elaborado pelos autores.

O processo representado na Figura 4 desempenha um papel fundamental para assegurar a integração precisa de todos os componentes e a conformidade com os padrões de qualidade exigidos. À medida que os elementos estruturais são cuidadosamente unidos durante a montagem, a caçamba começa a tomar forma, revelando sua configuração final. Assim que todas as peças foram devidamente

posicionadas e fixadas, a caçamba está pronta para cumprir sua função com eficiência e confiabilidade, como ilustrado na Figura 5.

O eixo utilizado possui dimensões de 7/16" e foi posicionado estrategicamente no centro de massa da caçamba, reduzindo o torque necessário para o movimento de basculamento. As chapas empregadas são de aço carbono AISI 1020 com espessura de 1,5 mm, todas cortadas com o auxílio de um laser CNC. Para a parte estrutural, foram utilizados tubos comerciais com espessura de parede de 1,5 mm, que foram soldados com solda MIG. Os mancais com rolamento foram adquiridos já prontos.

Figura 5 – Protótipo quase finalizado, movimentando



Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante ressaltar que a caçamba foi construída em uma escala 1:7 em relação ao tamanho real. No protótipo, o volume destinado aos cavacos é de aproximadamente 1,72 litros, enquanto o volume da caixa de óleo é de cerca de 0,43 litros. Na versão em tamanho real, a parte superior teria um volume de aproximadamente 590 litros, e a caixa de óleo teria um volume de aproximadamente 150 litros (estimado). Todos os cálculos foram realizados utilizando as funcionalidades do software SolidWorks.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o desenvolvimento do protótipo transcorreu conforme o planejado, demonstrando desempenho conforme as expectativas estabelecidas. A aplicação de uma força mínima para bascular a caçamba, graças ao posicionamento

estratégico do eixo no centro de massa, viabilizou a utilização de um motor de menor porte e custo reduzido em escala real.

A substituição do acionamento manual das caçambas basculantes por um sistema eletromecânico oferece a possibilidade de reduzir os riscos de lesões aos trabalhadores e aumentar a eficiência operacional das empresas. A automação do processo de basculamento proporciona maior agilidade, redução do tempo de operação e a capacidade de manipular volumes maiores de resíduos, resultando em um aumento da produtividade.

Adicionalmente, a adoção da versão eletromecânica traz benefícios tanto do ponto de vista econômico quanto operacional, visto que a automação do processo permite a redução de custos de mão de obra e a otimização de gestão de resíduos gerados.

No entanto, é importante ressaltar a importância de validar a funcionalidade e eficácia do protótipo, bem como conduzir uma análise mais aprofundada da viabilidade econômica e operacional de sua implementação em diversos contextos industriais. A partir dessas avaliações, será possível propor melhorias e ajustes necessários para aprimorar a eficiência e segurança do sistema, contribuindo para o avanço das tecnologias e soluções na área de transporte e manuseio de resíduos.

Em resumo, o desenvolvimento do protótipo apresenta um potencial significativo para otimizar os processos industriais, aprimorar a segurança dos trabalhadores e promover uma gestão eficaz de resíduos. Com o contínuo aperfeiçoamento dessa tecnologia, é possível impulsionar a inovação e a sustentabilidade no setor, contribuindo para um futuro mais eficiente, seguro e econômico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Tamires. O que é uma empilhadeira. **Indústria Hoje**, 2016. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/o-que-e-uma-empilhadeira>>. Acesso em: 11 de junho de 2023.

FARIAS, Marcos Acelino; OLIVEIRA, Éverton Fernando Souza. **Estudo da utilização de empilhadeiras em centro de distribuição e sua contribuição para a intralogística**, Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Logística) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2020. Disponível em: <<https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/6841>>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

GOIS, Vivian Pereira. **Análise de um acidente com empilhadeira e da aplicação da NR-11 dentro de uma empresa no ramo de alimentos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18040>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

SCHULZ, Freddy Johnatan. **Análise e projeto de sistema de acionamento para caçamba basculante**. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/ufu.di.2015.235>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

SILVA, Nicolas Ferraro Sgarbi M; FILHO, Rubens Sampaio. **Dinâmica de sistemas eletromecânicos**. In: XXVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA PUC-RIO, 2019. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2019/download/resumos/CTC/MEC/MEC-5100_Nicolas%20Ferraro%20Sgarbi%20M%20Silva.pdf>. Acesso em: 07 de maio de 2023.

STRAATMANN, Gabriela Sporleder. **Otimização do uso de óleos refrigerantes na indústria metal-mecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2398/000368975.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.