

# E-TEC

Revista de Tecnologia e Ciência

---



— Edição V2 - Ano 2023

— Corpo Editorial

Editor Chefe

Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora

— Comitê Executivo

Profa. Adriana Giseli Leite Carvalho

Prof. Antônio Carlos Rodrigues

Prof. Me. Anderson Ávila dos Santos

Profa. Dra. Camila Fogaça de Oliveira

Prof. Fabio Rodrigo Milanez

Prof. Dr. Renato Kazuo Miyamoto

Prof. Dr. Rodolfo Alexandre Hildebrandt

Prof. Wesley Candido da Silva

Editora: Centro Universitário UniSenai Londrina

ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Centro Universitário UniSenai Londrina

Rua Belém, 844 - Londrina / PR (43) 3294-5100

Partes desta publicação poderão ser reproduzidas, sem a autorização prévia ou escrita deste Editor, desde que citada a fonte. Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.



Editorial

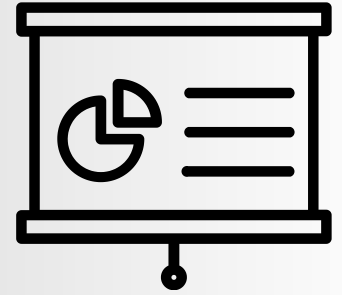
Caro leitor,

É com grande entusiasmo que convidamos você a embarcar em uma jornada empolgante pelas maravilhas da Engenharia Mecânica por meio deste periódico científico exclusivo. Prepare-se para uma experiência intelectual que transcende os limites convencionais do conhecimento, uma viagem através das complexas engrenagens que movem nosso mundo moderno.

Nossos experientes autores, pesquisadores e engenheiros, dedicaram incansáveis horas a explorar as questões mais prementes e desafiadoras no campo da Engenharia Mecânica. Agora, eles apresentam seus achados para você, nosso estimado leitor, em uma coleção fascinante de artigos rigorosamente revisados por pares.

Então, reserve um momento para abrir as páginas deste periódico e mergulhar no mundo fascinante da Engenharia Mecânica. Afinal, a busca pelo conhecimento é a força motriz por trás das inovações que moldam nosso amanhã. Seja bem-vindo ao futuro da Engenharia Mecânica!

Atenciosamente,  
Vicente Gongora [Editor-Chefe]



## Destaques da Mostra de Resultados da Engenharia Mecânica

Entre os dias 21 e 25 de novembro de 2022 ocorreu a 5ª mostra de resultados das Jornadas de Aprendizagem. Alguns destaques são apresentados a seguir:

Bancada Pneumática Didática: tem como objetivo, a construção de uma bancada para fins didáticos podendo ser utilizada em diversas instituições de ensino, escolas técnicas, politécnicas e faculdades.



Reaproveitamento de resíduos industriais.: desenvolvimento de projeto que visa o reaproveitamento de resíduos industriais de estopa contaminada por óleo.



## — *Introdução*

# Venha estudar com a gente

Localizado na Região Norte do Paraná, o Campus de Londrina tem 12 mil m<sup>2</sup> disponibilizando uma infraestrutura completa para o acadêmico. Pensando na área de metalmecânica, o campus oferece para a comunidade acadêmica espaço de laboratórios CNC, CAD/CAM, além de laboratórios de informática.



## — Ambiente *UNIVERSO*



O Sistema Fiep valoriza as pessoas e promove diversas oportunidades para seus colaboradores. Para marcar uma série de iniciativas que estimulam o desenvolvimento, parte do hall da sede ganhou um espaço dedicado exclusivamente ao Universo, a nossa plataforma de desenvolvimento profissional e pessoal.



Confira mais sobre as seções que estão na página inicial!

- Mais acessados

Nesta área você conhece os treinamentos que os colaboradores estão acessando com mais frequência em nossa empresa. Neste momento os mais acessados são:

- Engaje seu cliente com inteligência coletiva (20 minutos)
- Negociação (30 minutos)
- Apresentações de sucesso (20 minutos)



## — Mural de avisos



### MEIO AMBIENTE

Na semana do meio ambiente, além da exposição de trabalhos de alunos a instituição conseguiu uma doação 30 mudas de árvores frutíferas (Jaca/Pinha/Abacate/Goiaba/Mamão) para o replantio a contribuição para um mundo mais sustentável.

A UniSenai se preocupa com o meio ambiente.



**Chamada para 7º Mostra de Resultados Jornada de Aprendizagem de Engenharia Mecânica**

Entre os dias 20 a 24 de novembro de 2023

# — Sumário

## Capítulo I

Software de gestão de refugo e peças dissociadas ..... Pg. 9

## Capítulo II

Gestão de viabilidade de projeto para uma caçamba eletromecânica basculante para empilhadeira ..... Pg. 23

## Capítulo III

Inteligência Artificial integrada na aplicação de cola em um processo de fabricação de peças de elevadores ..... Pg. 32

## Capítulo IV

Solução de Lubrificação de Máquina Lixadeira ..... Pg. 44



## Capítulo I – Software de gestão de refugo e peças dissociadas

Alexandre Fava Netto<sup>1</sup>

Ezequiel Lopes de Deus<sup>2</sup>

Gabriel Augusto Araujo Paulão<sup>3</sup>

Giovani Maróstica<sup>4</sup>

Vinicius Rocha Netto<sup>5</sup>

Wilson Bittencourt da Silveira Neto<sup>6</sup>

Antonio Carlos Rodrigues<sup>7</sup>

Camila Fogaça de Oliveira<sup>8</sup>

Daniel Almeida Colombo<sup>9</sup>

### RESUMO

Atualmente, é evidente a necessidade de uma boa gestão na indústria devido às dificuldades administrativas enfrentadas por muitas empresas. A tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais importante nesse contexto, visto que softwares e hardwares estão sendo amplamente utilizados para lidar com os desafios de gerenciamento. Na indústria, existem várias maneiras de melhorar a gestão, sendo a criação de um software uma das principais estratégias. Esse software tem como objetivo gerenciar de forma prática e objetiva a questão do refugo, que representa um grande problema para as empresas, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Quanto maior o desperdício, maior é o dinheiro perdido pela empresa e o impacto ambiental causado. Assim, é crucial contar com um software acessível que melhore a gestão de forma prática e eficaz, sem representar um custo elevado para a indústria. Isso resultará no aprimoramento da administração e na redução de gastos.

**Palavras-chave:** Indústria. Produção. Gestão. Refugo. Software.

### Management of refuse and dissociated parts ABSTRACT

Currently, the need for good management in the industry is evident due to the administrative difficulties faced by many companies. Technology has played an increasingly important role in this context, as software and hardware are being widely used to deal with management challenges. In the industry, there are several ways to

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: alexandre.netto00781611@sesisenaipr.org.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: ezequiel.deus00774980@sesisenaipr.org.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: gabriel.paulao00782950@sesisenaipr.org.br

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: giovani.marostica00824414@sesisenaipr.org.br

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: vinicius.netto00774980@sesisenaipr.org.br

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: wilson.netto00783223@sesisenaipr.org.br

<sup>7</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

<sup>8</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: camila.oliveira@sistemafiep.org.br

<sup>9</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: daniel.colombo@sistemafiep.org.br

improve management, with the creation of software being one of the main strategies. This software aims to manage in a practical and objective way the issue of waste, which represents a major problem for companies, both from an environmental and economic point of view. The greater the waste, the greater the money lost by the company and the environmental impact caused. Thus, it is crucial to have accessible software that improves management in a practical and effective way, without representing a high cost for the industry. This will result in improved administration and reduced costs.

**Key words:** Industry. Production. Management. Refuse. Software.

## 1 INTRODUÇÃO

Observando o cenário industrial nos dias de hoje, pode-se notar a necessidade de uma boa gestão, visto que diversas empresas apresentam tamanha dificuldade no cenário administrativo. É de conhecimento geral que a tecnologia vem se aplicando cada vez mais nas indústrias, visto que conforme as dificuldades com o gerenciamento vêm surgindo, conseqüentemente, têm-se a necessidade de investir em softwares ou hardwares. Com esse investimento, surge uma redução no grande acúmulo de papéis, evitando o desperdício de recursos não renováveis.

Na área industrial há diversos modos de melhorar essa gestão, tendo como principal meta a criação de um software que irá gerenciar de forma mais prática e objetiva a questão do refugo<sup>10</sup>. O refugo tem um significativo prejuízo para a indústria, acarretando não apenas questões ambientais e econômicas, mas também um desperdício monetário crescente para a empresa. Isso, por sua vez, amplifica o impacto negativo no meio ambiente.

Segundo Santos, Pereira e Okano (2012) o refugo é uma das grandes complicações nos dias de hoje, dado que o desperdício é um problema extremamente alarmante, em virtude de que atinge diretamente na economia das empresas, causando muita perda de tempo e dinheiro.

Desta forma, conseguimos analisar a importância de um software acessível que melhore a gestão de maneira prática e eficaz, visto que não terá um custo alto à indústria, resultando no aperfeiçoamento da administração e redução dos gastos.

---

<sup>10</sup> O termo "refugo" engloba todos os elementos que já não são viáveis para continuar integrando o ciclo produtivo, seja devido à sua não conformidade com as diretrizes e atributos estipulados, seja pela inviabilidade de passar por um novo processo de transformação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Produção

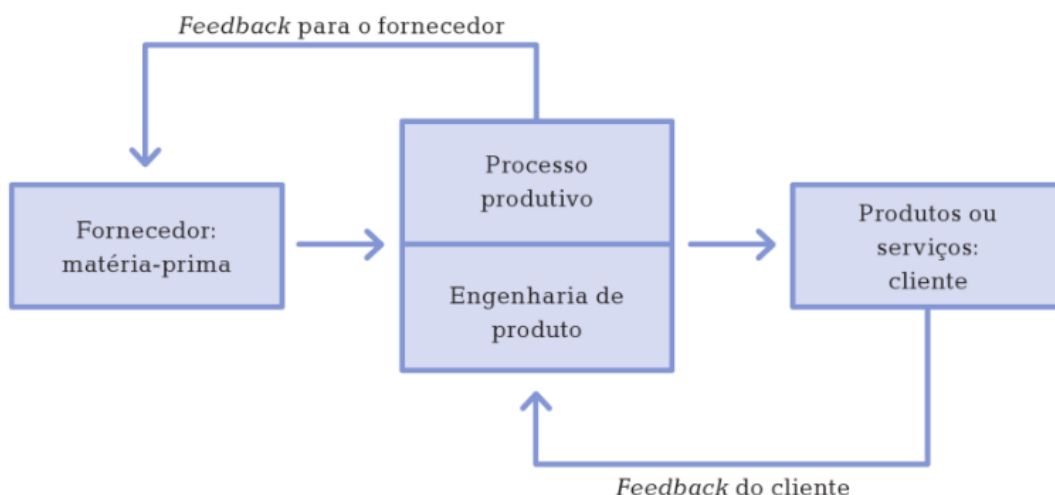
O processo de produção é um dos, se não o mais importante da indústria, pois beneficia bens por meio da combinação de matérias-primas, utilizando-as na ordem e quantidade específicas. “A produção é a base do sistema econômico de uma nação” (PARANHOS FILHO, 2007, p.11). Ela tem como base três elementos relacionados: matéria-prima, trabalho e instrumentos de produção (Figura 1).

- A matéria-prima é um elemento primordial para a produção e pode ser encontrada na natureza em seu estado natural, sem ter sofrido alteração humana. Sem a matéria-prima não é possível fazer produção, pois ela consiste em alterar o recurso natural e transformá-lo em outro produto totalmente diferente.

- O trabalho é um conjunto de ações de indivíduos com a intenção de alcançar uma meta. O trabalho é um serviço a ser prestado de forma contratada ou autônoma, sendo necessário cumprir o que foi proposto para haver pagamento.

- Os instrumentos de produção são todos os tipos de maquinário ou ferramentas capazes de auxiliar o funcionário a realizar o seu trabalho de maneira mais ágil, sem necessitar de um grande esforço.

Figura 1 — Gestão da Produção Industrial



Fonte: PARANHOS FILHO (2007, p.32).

Sendo assim, o processo de produção deve ser extremamente rigoroso, planejado e fiscalizado, uma vez que ele é o responsável pela obtenção de um produto perfeito, com o mínimo de perdas possível.

## 2.2 Processo de refugo em uma metalúrgica

Algumas tarefas industriais aumentam os custos e desperdiçam o tempo de trabalho. Por exemplo, o retrabalho na produção acontece quando os produtos não apresentam os aspectos que devem e precisam ser corrigidos. Outro fator que gera perda é o refugo, que impede o uso de certos materiais que poderiam ser úteis no processo.

O refugo é o material que não poderá mais ser utilizado durante o processo. Não é possível ser reprocessado devido às suas características e especificações, que prejudicam a qualidade das peças produzidas.

O refugo na indústria é caracterizado por todo o material que não é possível ser utilizado no processo industrial, seja por estar fora dos padrões, especificações e características, ou por ser inapto a ser reutilizado (Figura 2). Além do tempo perdido na usinagem do material, o valor da peça também é desperdiçado, levando a empresa a ter perdas financeiras.

Figura 2 — Processo de refugo em uma metalúrgica

Refugo e sucata	Perda líquida de trabalho, material e despesas resultantes de produto com defeito que não pode ser reparado economicamente ou usado.
Retrabalho	Custo de correção de unidades não conformes, de modo que atinjam as especificações.
Reteste	Custo de reinspeção e reteste de produtos que foram retrabalhados ou modificados.
Análise de falha	Custo para determinar as causas das falhas dos produtos.
Tempo ocioso	Custo de instalações de produção ociosas que resulta de produtos os quais não correspondem às especificações.
Depreciação	Diferença de preço entre o preço normal de venda e qualquer preço de venda que possa ser obtido para um produto que não corresponde às exigências do cliente.
Perdas de rendimento	Custo do rendimento do processo que está abaixo do que deveria atingir se o controle fosse melhorado.

Fonte: MONTGOMERY (2004).

Vale ressaltar também que, quando há a perda de uma peça, todo o setor produtivo fica desequilibrado e instável, até que tudo retorne à ordem para que a produção possa voltar ao normal. A quebra de ferramentas é um ótimo exemplo, já

que impacta negativamente o processo e leva tempo para ser substituída e reajustada no equipamento. Em casos mais graves, além da perda da ferramenta de corte, pode ocorrer a quebra do suporte.

Um ponto importante para a diminuição da quantidade de refugos no processo industrial é a monitorização de todo o processo. Para que isso ocorra, os operadores das máquinas devem seguir etapas pré-definidas e um planejamento que informe os requisitos necessários para que a peça seja fabricada da melhor maneira possível. Além disso, o operador deve estar muito atento durante todo o processo, pois se algo diferente do planejado acontecer, o processo será interrompido imediatamente.

### **2.2.1 Resíduos industriais**

A gestão adequada do refugo industrial desempenha um papel fundamental na preservação do meio ambiente e na otimização dos processos produtivos. De acordo com o IPEA (2017), o Brasil recicla apenas 13% dos resíduos industriais, tornando evidente a necessidade de um enfoque mais eficiente na representação e tratamento desse refugo.

Na classificação de resíduos industriais, encontramos três categorias principais:

- Classe 1 – Resíduos Perigosos
- Classe 2 – Resíduos Não Inertes
- Classe 3 – Resíduos Inertes

Bellinaso *et al.* (1998) relata que na metalurgia, por exemplo, os resíduos podem variar de metais a areia de fundição, de papel de escritório a serragem, e de estopa a lixa. Mesmo nesse cenário, a representação e o tratamento adequados do refugo ganham destaque.

A pesquisa empírica realizada por Bellinaso *et al.* (1998) em 40 empresas resultou em uma estimativa significativa de resíduos sólidos, totalizando 48.809 kg/mês. Embora apenas 30% desses resíduos sejam reciclados, os outros 70% não possuem essa capacidade. Notavelmente, o descarte de metal corresponde a 17.950 kg/mês, indicando um desperdício substancial no processo de produção. Ao aprimorar a representação e a gestão desse refugo, é possível transformar esses materiais descartados, contribuindo não apenas para a sustentabilidade ambiental, mas também para a lucratividade da empresa (Figura 3).

Figura 3 — Representação de refugo na indústria



Fonte: ISTOCKPHOTO (2014).

Dessa forma, fica claro que a representação eficaz do refugo industrial não só é benéfica para o meio ambiente, mas também para o sucesso econômico das organizações, incentivando uma abordagem mais responsável e consciente na indústria.

### **2.2.2 Reciclagem de resíduos industriais**

A reciclagem de resíduos industriais representa uma abordagem integral na gestão dos resíduos sólidos, com o objetivo primordial de integrá-los em todas as etapas do ciclo produtivo. Essa integração é facilitada através da aplicação de critérios e tecnologias que buscam otimizar a eficiência energética, tanto na fabricação quanto no desempenho dos produtos materiais. Como resultado, ocorre uma significativa redução na poluição, impulsionada pela implementação de mecanismos de controle nos processos e pela priorização de medidas preventivas, sempre mantendo uma perspectiva voltada para metas ambientais concretas.

Esse processo de reciclagem inicia-se com uma minuciosa identificação dos aspectos e impactos dos resíduos, categorizando-os de acordo com seu grau de relevância e potencial de impacto. Com uma base sólida de dados, os impactos são então submetidos a análises detalhadas e avaliações criteriosas, com o intuito de

estabelecer medidas de controle adequadas. Essas medidas podem abranger a execução de projetos inovadores e a implementação de procedimentos operacionais ambientais, que asseguram uma gestão responsável e sustentável dos resíduos industriais.

Ao adotar uma abordagem centrada na reciclagem de resíduos industriais, as empresas não apenas minimizam os impactos negativos ao meio ambiente, mas também exploram oportunidades para reutilização de recursos e redução de desperdício. O resultado é uma cadeia produtiva mais harmoniosa, onde a eficiência é elevada e os objetivos de sustentabilidade são alcançados de maneira consistente e progressiva.

### **2.3 Reutilização**

A reutilização de resíduos industriais como matéria-prima está emergindo como uma das principais fontes econômicas sustentáveis para empresas que adotam práticas de reciclagem ou incorporam materiais reciclados em seus processos produtivos. O uso estratégico de resíduos industriais como insumos tem se consolidado como uma alternativa ecologicamente responsável e financeiramente viável.

Um número crescente de empreendimentos bem-sucedidos baseia suas operações na utilização de resíduos industriais provenientes de outras empresas como sua principal fonte de matéria-prima. Nesse contexto, o mercado de resíduos tem evoluído para uma oportunidade lucrativa, permitindo que as organizações diversifiquem suas fontes de receita, ao mesmo tempo em que estão alinhadas com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Tendo como base a pesquisa realizada sobre a gestão de refugos na indústria, introduzimos a metodologia a seguir da construção do nosso software de gestão de refugos e peças dissociadas. Esta abordagem visa otimizar a gestão e reaproveitamento de resíduos industriais, contribuindo para uma cadeia produtiva mais sustentável, eficiente e alinhada com as diretrizes ambientais e econômicas atuais.

### 3 METODOLOGIA

Para obtermos os resultados esperados, fizemos um *brainstorming* entre os membros do grupo, visando resolver desafios de gestão na indústria. Após um estudo de caso, percebemos que o controle de refugos poderia ser feito por meio de um software, solucionando assim o problema abordado neste artigo.

A implementação do software oferece uma série de vantagens, incluindo a otimização do tempo e dos recursos, além da simplificação de tarefas de gerenciamento e o aprimoramento da precisão das operações. Esses atributos são intrinsecamente alinhados aos requisitos essenciais, permitindo que o gestor tenha controle total sobre o material fornecido aos operadores e as peças produzidas ao término do processo. Isso viabiliza um acompanhamento eficaz da entrada e saída de materiais, mantendo registros precisos dos refugos. Um software bem desenvolvido é capaz de armazenar diversos tipos de dados com total segurança. O uso dessa ferramenta também contribui para minimizar erros humanos e agiliza o monitoramento de todos os processos empresariais.

O gestor detém a função de incentivar e reunir uma equipe de pessoas com o intuito de trabalhar em um objetivo comum. Nesse contexto, é essencial motivar e compartilhar ideias para alcançar essas metas, promovendo colaboração entre os membros da organização.

O custo do software é influenciado por múltiplos fatores, como a complexidade da solução, o porte da empresa e o número de funcionalidades desejadas. Estes elementos convergem para moldar o investimento necessário para a implementação da solução proposta, garantindo um retorno substancialmente alinhado aos benefícios e a eficácia do sistema resultante.

De acordo com a Figura 4, o valor de um software pode variar por vários motivos, sendo que um deles está diretamente relacionado ao tamanho do projeto. Segundo UDS (2022), um software de pequeno porte compreende entre 10 e 25 interfaces, apresentando um custo na faixa de R\$40.000 a R\$150.000. Consequentemente, nosso software se posiciona abaixo do patamar de R\$40.000, dada sua baixa complexidade que não excede 10 interfaces.

Figura 4 — Tabela relacionada ao valor do software

Tamanho do software sob medida
A complexidade do projeto
O número de recursos necessários
O nível de personalização necessário
A quantidade de testes e depuração necessária
Migração de dados existentes
O nível de suporte necessário e manutenção

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta implementação implica a utilização concomitante de hardware, desencadeando, portanto, uma alteração perceptível na gestão de qualidade. O programa se propõe a aprimorar o controle de refugos e de produção. A operacionalização desse controle será realizada por meio da integração do software ao CNC, gerando a possibilidade de que o operador permaneça na máquina, enquanto o supervisor detém o completo domínio sobre as peças produzidas e segregadas de maneira eficaz.

Sob esta perspectiva, verificamos que o software poderia aprimorar a gestão de refugos na indústria. Posteriormente, conduzimos vários testes para identificar falhas no sistema e, também, desenvolvemos uma interface gráfica, com o intuito de simplificar a interação do usuário em relação ao controle de refugos.

#### **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Após a aquisição do conhecimento necessário em gestão, delineamos um plano de ação para abordar as questões inerentes ao controle de refugo na linha de produção. A partir desse ponto, direcionamos nossos esforços para explorar diversas abordagens na criação de um código em *Python*, no qual cumpriria com as propostas citadas neste artigo. Na fase inicial de desenvolvimento foi criada uma versão beta, caracterizada por funcionalidades restritas, projetadas para avaliar a viabilidade dos comandos implementados.

O programa foi desenvolvido em duas partes, denominadas de códigos e interface. A base dos códigos foi extraída da versão *beta*, enriquecida com novas funcionalidades que conferiram maior dinamismo ao software. Incluímos, por exemplo, a função de excluir e editar um processo já existente. Além disso, foi realizada a integração de um banco de dados, uma vez que esse item é fundamental para o funcionamento do projeto.

Para a criação da interface gráfica, utilizamos o aplicativo *Figma*, tornando a interação do usuário mais intuitiva, sendo posteriormente incorporada ao código *Python*. À medida que o projeto se aproximava da conclusão, submetemos a uma fase de tratamento de possíveis erros, visando à eliminação de quaisquer inconsistências ou imprecisões que pudessem surgir durante a operação. Também aumentamos a segurança do banco de dados, inserindo senhas de administradores para o acesso a funções sensíveis que poderiam afetar a integridade do processo.

O resultado é um software caracterizado por uma interface intuitiva, como ilustrado na Figura 5, contendo 6 opções de botões na página inicial..

Figura 5 — Interface do software



Fonte: Elaborado pelos autores.

O banco de dados é responsável por exibir todos os materiais que estão sendo utilizados na fábrica e suas respectivas informações. Para cadastrar um material, o

usuário deve acessar a opção “cadastrar novo material” e preencher as informações solicitadas como demonstrado na Figura 6.

Figura 6 — Cadastro de novo material

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após isso, o usuário precisa cadastrar a quantidade do material que ele vai retirar do estoque e inserir no processo de produção. Para isso, ele vai acessar a opção "cadastrar quantidade". Posteriormente, o usuário pode, a qualquer momento, verificar no sistema a quantidade total de um material específico que está na linha de produção, ao acessar a opção "analisar produção", como representado na Figura 7.

Figura 7 — Análise de produção

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com todas essas informações, o software consegue rapidamente mostrar ao usuário se ocorreu refugo no processo. Basta apenas ele acessar a opção "calcular refugo" e inserir os dados necessários, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8 — Cálculo de refugo

Controle de refugo - Calcular refugo

Digite o CÓDIGO do material para calcular o refugo:

Digite a QUANTIDADE de peças produzidas:

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os materiais são armazenados no banco de dados. Portanto, se no futuro for utilizado o mesmo material, porém com características ou quantidade diferentes, basta que o usuário acesse a opção "atualizar dados" para inserir novas informações (Figura 9). Outra opção é selecionar "cadastrar quantidade" para atualizar a quantidade de material, como demonstrado na Figura 6.

Figura 9 — Atualização de dados

Controle de refugo - Atualizar dados

Digite o CÓDIGO do material para atualizar:

Digite o PESO UNITÁRIO do material em gramas:

Digite o COMPRIMENTO do material em milímetros:

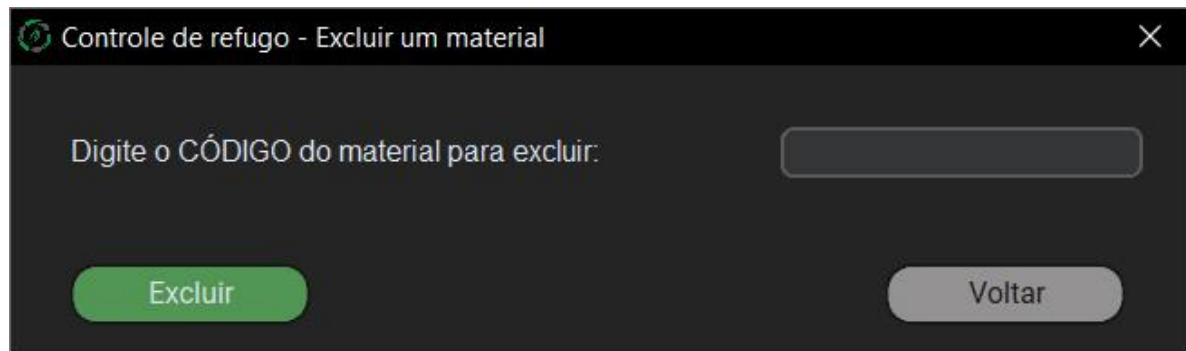
Digite o VALOR EQUIVALENTE do material em R\$:

Fonte: Elaborado pelos autores.

Caso o usuário tenha interesse em excluir um material do banco de dados, é suficiente acessar a opção "excluir um material", como demonstrado na Figura 10. Por

uma questão de segurança e integridade do processo, todas as opções que alteram as informações contidas no banco de dados requerem uma senha para concluir a operação.

Figura 10 — Exclusão de materiais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Torna-se claro que a interface gráfica desempenha um papel de vital importância para viabilizar a implementação bem-sucedida deste projeto na indústria. No apêndice deste artigo encontram-se os códigos de programação do software de maneira minuciosa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a concepção e implementação do software para a gestão na linha de produção desempenha um papel de importante na economia da indústria. Ao adotar esse controle, a empresa tem a oportunidade de reduzir seus custos, identificando e corrigindo de maneira eficaz os pontos de falha que levam à geração de refugos em todo o processo produtivo.

Esse projeto de gestão tem alto potencial para aplicação em variados segmentos industriais, permitindo que cada tipo de material fabricado seja submetido a uma gestão minuciosa e um registro detalhado. A implementação desse sistema não apenas aprimoraria de forma direta as operações industriais, mas também almejaria a redução de custos significativos, ao mesmo tempo em que minimiza a quantidade de materiais descartados, assim trazendo benefícios substantivos a todos os envolvidos no contexto industrial.

Com efeito, é inegável que a criação deste software de gestão de refugo e peças dissociadas representa um passo crucial em direção a uma produção mais

eficiente, sustentável e econômica. À medida que as indústrias buscam constantemente otimizar seus processos, a introdução de soluções tecnológicas inovadoras, como a que foi desenvolvida, assume um papel importante na transformação do cenário industrial.

## REFERÊNCIAS

BELLINASSO, M. L.; SOARES, A. A.; FERREIRA, F. W.; BOFF, E. T.; HAMES, C. Avaliação ambiental dos resíduos produzidos pelas empresas metalúrgicas localizadas no perímetro urbano da cidade de Ijuí. **Revista Ciência e Natureza**, v. 20, n. 20, p. 117–130, 1998. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/26821/pdf/127978>>. Acesso em: 17/03/2023.

IPEA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos vão para reciclagem**, 2017. Disponível em: <<https://ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/2841-apenas-13-dos-residuos-solidos-urbanos-vaio-para-reciclagem>>. Acesso em: 17/03/2023.

ISTOCKPHOTO. **Cavaco**, 2014. Disponível em: <<https://www.istockphoto.com/br/foto/cnc-moedora-com-refugio-gm523276165-51149580?phrase=refugio+industrial>>. Acesso em: 26/05/2023.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

PARANHOS FILHO, M. **Gestão da produção industrial**. 20 ed. Curitiba: Editora Ibpex, 2007. Disponível em: <[https://www.google.com.br/books/edition/Gest%C3%A3o\\_da\\_Produ%C3%A7%C3%A3o\\_Industrial/o0tfS8k\\_FgMC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Gest%C3%A3o+da+produ%C3%A7%C3%A3o+industrial&printsec=frontcover](https://www.google.com.br/books/edition/Gest%C3%A3o_da_Produ%C3%A7%C3%A3o_Industrial/o0tfS8k_FgMC?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Gest%C3%A3o+da+produ%C3%A7%C3%A3o+industrial&printsec=frontcover)>. Acesso em: 17/03/2023.

SANTOS, O. S.; PEREIRA, J. C. S.; OKANO, M. T. A implantação da ferramenta da qualidade MASP para melhoria contínua em uma indústria vidreira. **Caleidoscópio**, v. 4, n. 1, p. 6-23, 2012. Disponível em: <<https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/81/75>>. Acesso em: 17/03/2023.

TOMBSTONE. **Reciclagem**. Disponível em: <<https://www.tombstonereciclagem.com.br/imagens/informacoes/empresa-reciclagem-papel-e-palelao-01.jpg>>. Acesso em: 26/05/2023.

UDS. **Quanto custa um software sob medida?**, 2022. Disponível em: <<https://uds.com.br/blog/quanto-custa-um-software-sob-medida/>>. Acesso em: 26/05/2023.

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

Alessandro Kenwa Nakaima<sup>11</sup>

Celso da Silva Santos<sup>12</sup>

Daniel Vasconcelos Figueiredo<sup>13</sup>

Fernando Augusto da Mata<sup>14</sup>

Lucas Alves de Figueiredo<sup>15</sup>

Marcela Lima Garcia<sup>16</sup>

Vitor Hugo Marques Clemente<sup>17</sup>

Antonio Carlos Rodrigues<sup>18</sup>

Camila Fogaça de Oliveira<sup>19</sup>

Daniel Almeida Colombo<sup>20</sup>

### 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.

<sup>11</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: nakaima.akn@gmail.com

<sup>12</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: celsodasilvasantos399@gmail.com

<sup>13</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: daniel.figueiredo00@gmail.com

<sup>14</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: fernandoaugustodamatamata@gmail.com

<sup>15</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: lucasalves.figueiredo@hotmail.com

<sup>16</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: malgarcia1310@gmail.com

<sup>17</sup> Graduando em Engenharia Mecânica. Email: vitorguga23@gmail.com

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

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

<sup>20</sup> 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.

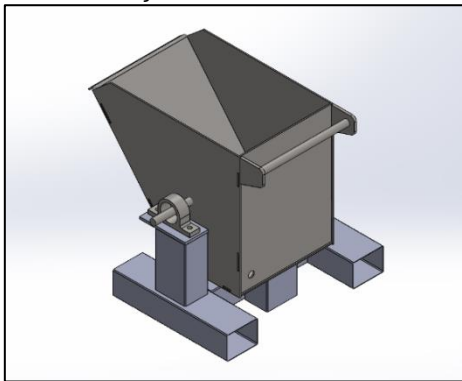
Este protótipo tem como propósito validar sua funcionalidade e eficácia em comparação com as soluções manuais já existentes no mercado, identificando as vantagens e benefícios oferecidos pela utilização da caçamba eletromecânica basculante em relação às soluções manuais tradicionais. Além disso, será 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

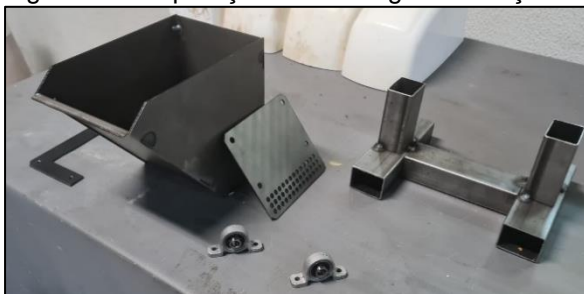


Fonte: Elaborado pelos autores.

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.

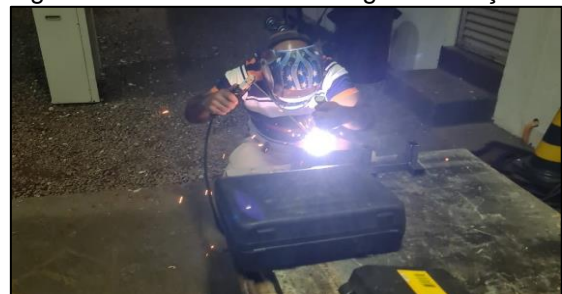
A caçamba possui um compartimento na parte inferior onde o óleo residual proveniente da usinagem dos cavacos é separado dos sólidos através de uma grade e armazenado. Esse compartimento pode ser drenado por meio de uma válvula localizada na parte inferior da caçamba.

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](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.

## Capítulo III – Inteligência Artificial integrada na aplicação de cola em um processo de fabricação de peças de elevadores

Alefe Bativa dos Santos <sup>21</sup>  
 Gabriel Silva de Souza <sup>22</sup>  
 Magno Margonar <sup>23</sup>  
 Miqueias Emanuel da Silva <sup>24</sup>  
 Antônio Carlos Rodrigues <sup>25</sup>  
 Daniel Almeida Colombo <sup>26</sup>  
 Camila Fogaça De Oliveira <sup>27</sup>

### RESUMO

A pesquisa foi conduzida e desenvolvida com o propósito de implementar um sistema de visão utilizando Inteligência Artificial em conjunto com uma máquina CNC, a fim de realizar a aplicação de adesivo em painéis metálicos de diversos tamanhos empregados na produção de elevadores. A programação desse conjunto tem como finalidade detectar e identificar as imagens e as posições dos painéis, localizando o ponto de referência para dar início à aplicação do adesivo, resultando em um sistema automatizado. Durante os testes realizados em colaboração com a empresa Keyence, a capacidade de capturar a imagem para fins de localização pôde ser observada. Esse processo reduz o tempo necessário para aplicar o adesivo, minimiza o desperdício de material, diminui os custos operacionais e proporciona uma maior confiabilidade ao processo.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial. Elevadores. Automação. Indústria 4.0.

### **Artificial Intelligence integrated into the glue application in an elevator parts manufacturing process.**

### ABSTRACT

The research was conducted and developed with the aim of utilizing an Artificial Intelligence-powered vision system in conjunction with a CNC machine to apply adhesive to metal panels of varying sizes used in elevator manufacturing. The

<sup>21</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, alefe\_bativa@hotmail.com

<sup>22</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, gs831325@gmail.com

<sup>23</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, magno@rivesa.com.br

<sup>24</sup> Doutor em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

<sup>25</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

<sup>26</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: daniel.colombo@sistemafiep.org.br

<sup>27</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: camila.oliveira@sistemafiep.org.br

programming of this system is designed to capture and recognize images and panel positions, identifying the reference point to initiate adhesive application, thereby automating the process. During tests carried out in collaboration with Keyence, it was possible to observe image capture for localization purposes. This process reduces adhesive application time, minimizes material waste, lowers operational costs, and enhances process reliability.

**Key words:** Artificial intelligence. Elevators. Automation. Industry 4.0

## 1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial é uma das tecnologias mais empolgantes e disruptivas do nosso tempo, capaz de mudar a maneira como fazemos negócios e vivemos nossas vidas. Com a capacidade de processar grande volume de dados e aprender com eles, a Inteligência Artificial é amplamente utilizada em diversas áreas, incluindo a fabricação e construção de elevadores prediais.

Os elevadores são elementos cruciais nos edifícios modernos, permitindo o acesso a diferentes andares e tornando os espaços interiores mais eficientes. No entanto, a fabricação desses equipamentos é um processo que envolve várias particularidades, desde o design até a instalação e manutenção.

Através da Inteligência Artificial, os fabricantes de elevadores podem automatizar diversas etapas do processo de fabricação, o que inclui o monitoramento da qualidade do material e a garantia de que as peças sejam fabricadas de forma correta. Essas capacidades permitem que as empresas produtoras desenvolvam elevadores com maior segurança, eficiência e confiabilidade, ao mesmo tempo em que reduzem o tempo e os custos de produção.

O CNC (Controle Numérico Computadorizado) é um sistema de controle utilizado na automação de máquinas e equipamentos, especialmente na indústria de fabricação. Ele é amplamente utilizado em processos de usinagem, como corte, fresagem, perfuração e torneamento.

No sistema CNC, o controle é realizado por meio de um computador, que interpreta e executa instruções programadas para movimentar as ferramentas de acordo com as especificações desejadas. Essas instruções são geralmente escritas em uma linguagem especializada chamada G-code, que consiste em comandos numéricos que representam coordenadas e movimentos precisos.

A principal vantagem do uso de sistemas CNC é a automação e precisão

alcançada nos processos de fabricação. Com o CNC, é possível produzir peças complexas e precisas de forma repetitiva, eliminando erro humano e aumentando a eficiência da produção.

Além disso, os sistemas CNC oferecem recursos avançados, como a capacidade de criar trajetórias complexas, ajustar velocidades de corte e alimentação, utilizar múltiplas ferramentas e realizar operações em várias dimensões.

Existem diferentes tipos de máquinas com sistema CNC, como tornos, centros de usinagem, máquinas de corte a laser, entre outros; cada um adequado a diferentes processos de fabricação.

Pode-se afirmar que o CNC revolucionou a indústria de fabricação, proporcionando maior precisão, eficiência e automação nos processos de usinagem. Ele desempenha um papel fundamental na produção de peças e componentes utilizados em uma ampla variedade de setores, desde a indústria automotiva e aeroespacial até a fabricação de dispositivos eletrônicos e produtos de consumo.

Neste contexto, o presente trabalho aborda como a Inteligência Artificial e o CNC estão integrados no processo de fabricação de elevadores prediais. Além disso, serão apresentados as tendências emergentes e os desafios que a indústria de elevadores enfrenta em sua implementação.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Inteligência Artificial**

A IA é um campo da computação universal que se dedica a transformar sistemas capazes de executar trabalhos que, exigiriam a inteligência dos seres humana. Inspirada na capacidade de aprendizado e tomar decisões de forma correta, ela busca desenvolver máquinas e algoritmos que possam perceber, compreender, raciocinar e agir de forma autônoma. Segundo Russell e Norvig (2010, p. 2), a "inteligência artificial (I.A) tem como objetivo estudar agentes inteligentes – qualquer dispositivo que percebe seu ambiente e toma medidas que maximizam suas chances de sucesso em algum objetivo".

Os avanços recentes na tecnologia e o crescente poder de processamento dos computadores permitiram o surgimento de sistemas cada vez mais sofisticados e eficientes. Esses sistemas são capazes de analisar grandes quantidades de dados,

identificar padrões, reconhecer objetos, entender linguagem natural e até mesmo aprender com experiências passadas.

Uma das principais abordagens desta tecnologia está na capacidade de aprender novos comandos conhecido como “*machine learning*”, consiste no desenvolvimento de algoritmos e modelos capazes de aprender a partir dos dados, sem a necessidade de programação explícita. Por meio do treinamento com conjuntos de dados, os modelos de *machine learning* podem identificar correlações, fazer relações e iniciar decisões baseadas em padrões identificados. O *machine learning* se preocupa com o desenvolvimento de alguns algoritmos e modelos estatísticos similares aos que computadores usam para desempenhar uma tarefa sem serem explicitamente programados.

Outro campo importante na criação da linguagem é o *deep learning*, ou aprendizado profundo, que utiliza redes neurais artificiais de múltiplas camadas para aprender representações complexas dos dados. Essas redes são capazes de extrair características profundas na área das máquinas como fazer reconhecimento de imagem profundas, processamento de linguagem verbal e automóveis autônomos.

Para PACHECO e PEREIRA (2018, p.39):

"Deep Learning segue a linha das técnicas de Aprendizado de Máquina e Redes Neurais Artificiais, e vem sendo utilizado em diversas áreas de estudos como: Reconhecimento de imagens, de áudio, de caracteres e para o reconhecimento facial. Hoje, grandes corporações têm utilizado dessa técnica em seus projetos”.

A Inteligência Artificial tem sido aplicada em uma ampla variedade de setores. Na medicina, por exemplo, são utilizados para auxiliar no diagnóstico de doenças, identificar padrões em exames médicos e sugerir tratamentos personalizados. No campo da manufatura, permite a automação de processos, o monitoramento de qualidade e a previsão de falhas em equipamentos. Na área de finanças, é usada para análise de riscos, detecção de fraudes e otimização de investimentos.

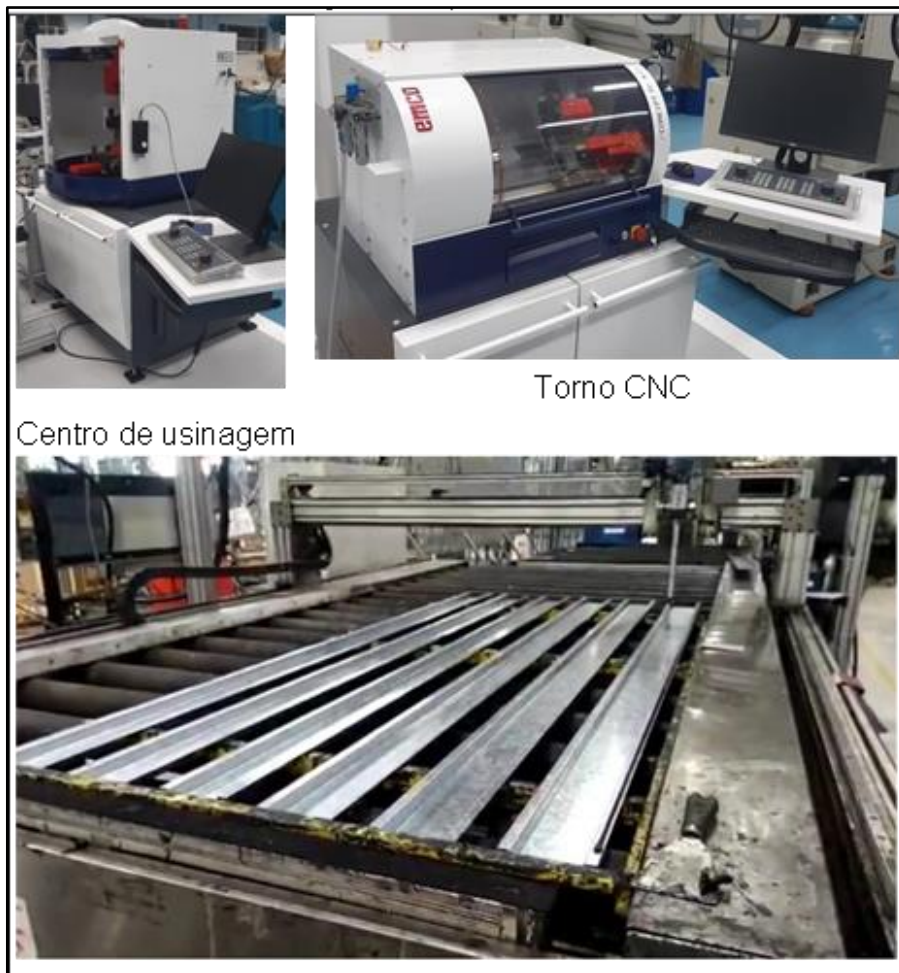
Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados por essa tecnologia, também surgem questões éticas e preocupações sobre o impacto no mercado de trabalho e na privacidade dos dados. É fundamental que sejam estabelecidos padrões de segurança e governança para garantir o uso responsável e ético.

Mencionamos várias interações com o mundo melhor ao nosso redor, promovendo um futuro cada vez mais inteligente e conectado.

## 2.2 CNC

As máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) são equipamentos essenciais na indústria moderna, oferecendo precisão, versatilidade e eficiência na fabricação de peças e componentes. Alguns exemplos de máquinas CNC são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Exemplos de máquinas CNC.



Centro de usinagem

Torno CNC

Fonte: Elaborado pelos autores

Essas máquinas combinam a tecnologia de automação computadorizada com a habilidade artesanal de diversos processos, proporcionando resultados de alta qualidade. De acordo com Groover e Weiss (2010, p. 698), "um sistema de

programação CNC é um conjunto de instruções codificadas em um formato legível por máquina, capaz de controlar a operação de uma máquina-ferramenta CNC".

O funcionamento das máquinas CNC é baseado em um sistema de controle por computador, no qual um programa é desenvolvido e executado para guiar o movimento dos eixos da máquina (Figura 2).

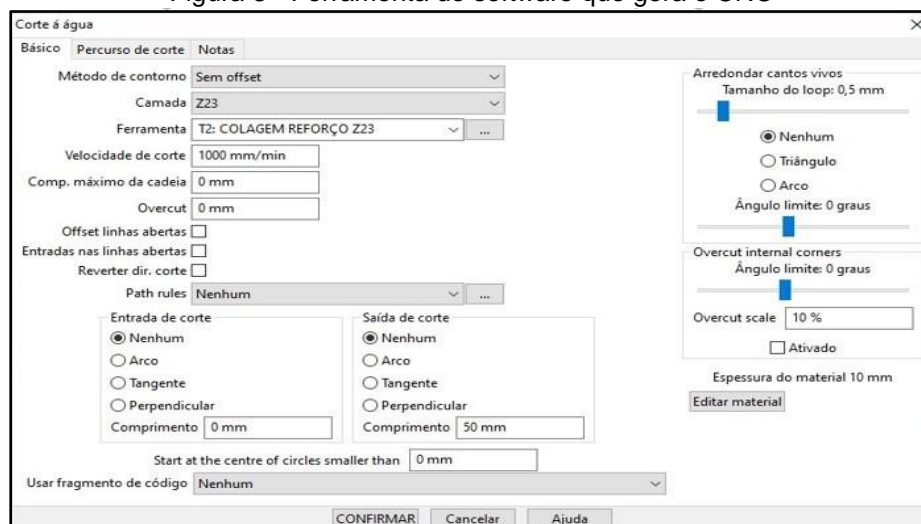
Figura 2 – Exemplo de programa CNC

```
N000 G00 Z-70.00
N010 G00
N020 G00 X30.00 Y26.70
N030 G00 Z-64.00
N040 G00
N050 M08
N060 G01 X2116.00
N070 M24
N080 G01 X2136.00
N090 G00 Z-70.00
N100 G00 X2086.00
N110 G00 Y157.70
N111 G00 X2116.00
N120 G00 Z-64.00
N130 G00
N140 M08
N150 G01 X40.00
N160 M24
N170 G01 X30.00
```

Fonte: Elaborado pelos autores

O programa CNC é criado através de um software especializado que permite a definição de instruções precisas para a usinagem, como coordenadas, trajetórias de corte e parâmetros de velocidade. O software CNC desempenha um papel crucial na programação e operação das máquinas (Figura 3).

Figura 3 - Ferramenta de software que gera o CNC

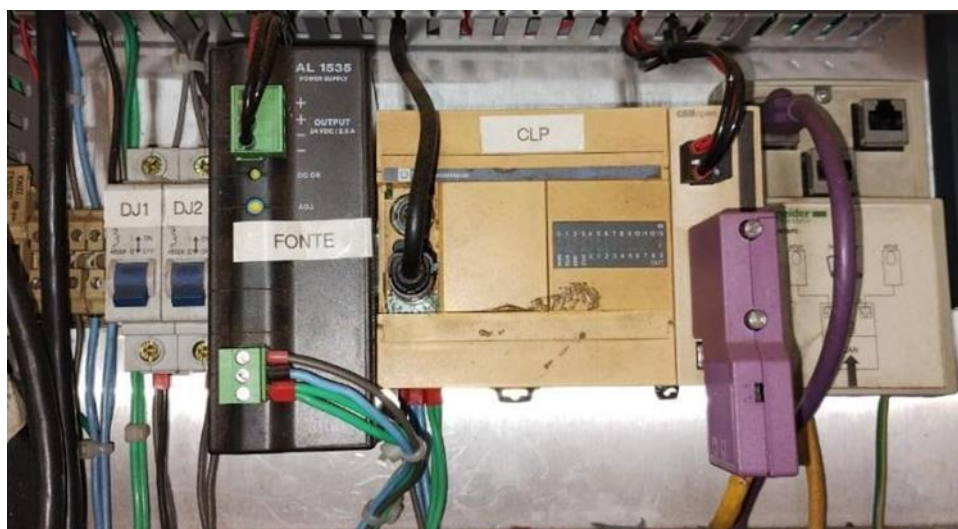


Fonte: Elaborado pelos autores

A utilização de software permite que os operadores ou programadores criem programas personalizados, definindo as especificações da peça a ser usinada e os movimentos necessários para obter o resultado desejado. Com interfaces intuitivas e recursos avançados, o software facilita a criação e edição dos programas, além de oferecer recursos de simulação virtual para verificar o funcionamento antes da produção física

Outro componente importante na automação industrial é o Controlador Lógico Programável (CLP). O CLP é um dispositivo eletrônico que controla processos industriais, executando funções lógicas e acionando dispositivos de saída com base nas condições das entradas (Figura 4). Esses controladores são compostos por hardware e software específicos.

Figura 4 – C.L.P (controlador logico programável)



Fonte: Elaboradas pelos autores (2023)

Para Petruzella (2014, p. 34), "o hardware de um CLP consiste em:

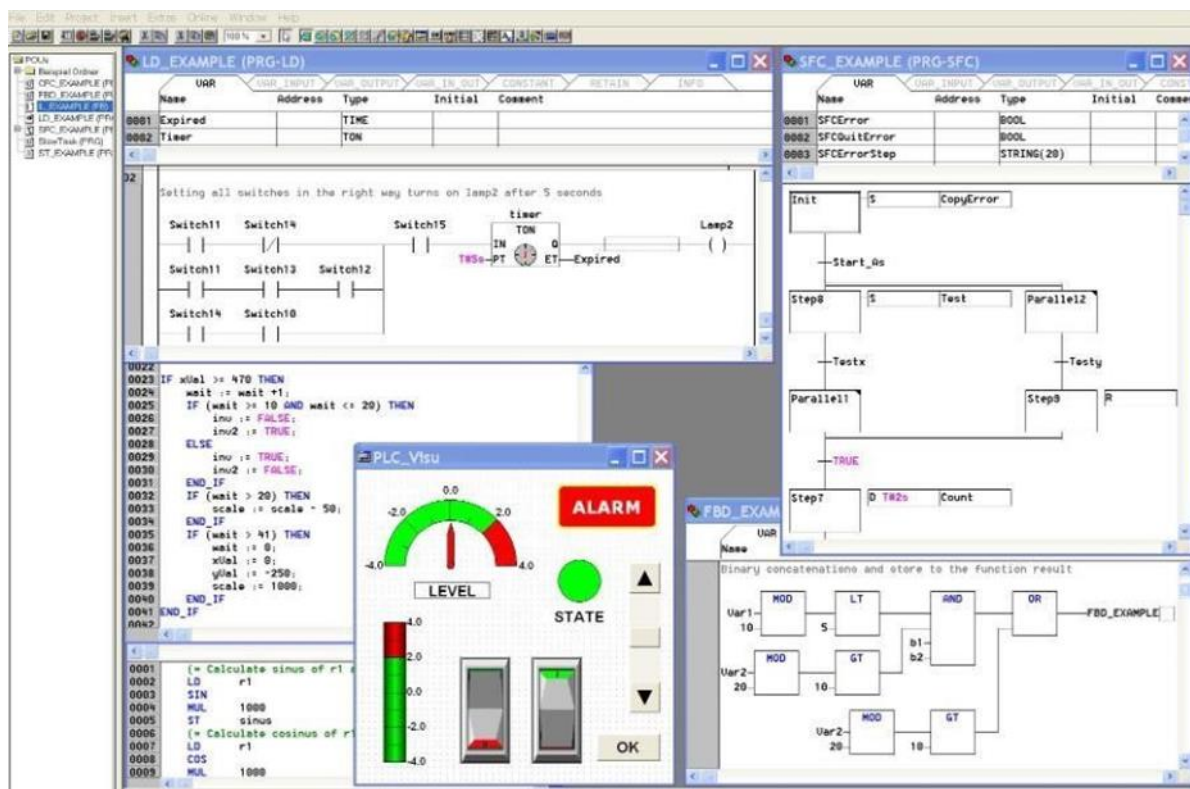
[...] "uma unidade central de processamento, memória de programa e dados, módulos de entrada e saída, e uma fonte de alimentação. O software de um CLP inclui um programa desenvolvido pelo usuário para controlar uma máquina ou processo específico".

O hardware do CLP inclui uma unidade central de processamento (CPU) responsável pela execução das instruções, memória de programa e dados para armazenamento de informações e programas, módulos de entrada para receber sinais

de sensores e dispositivos externos, módulos de saída para acionar atuadores e uma fonte de alimentação para fornecer energia ao sistema.

O software do CLP é composto pelo programa desenvolvido pelo usuário, conhecido como ladder diagram, que define a lógica de controle e as sequências de operação (Figura 5). O software permite que os operadores ou engenheiros programem as funcionalidades específicas do CLP, como temporizações, contagens, lógica booleana e comunicação com outros dispositivos. Com as ferramentas de programação adequadas, é possível criar sistemas de controle altamente personalizados e adaptados às necessidades específicas de cada processo industrial.

Figura 5 – Software do CLP



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Tanto o hardware quanto o software do CLP desempenham um papel fundamental na automação industrial, permitindo o controle preciso e confiável de processos. Os CLPs são amplamente utilizados em diversas áreas, como manufatura, automação de fábricas, sistemas de controle de tráfego, controle de máquinas e processos industriais complexos.

Em suma, as máquinas CNC e os CLPs são peças-chave na automação industrial. As máquinas CNC proporcionam precisão e versatilidade na usinagem de peças, enquanto os CLPs oferecem controle e automação confiáveis em diversos processos industriais. Combinados, esses sistemas impulsionam a eficiência, a qualidade e a produtividade na indústria moderna.

### **3 METODOLOGIA**

Conforme mencionado, o objetivo deste trabalho é a implementação do sistema de visão para a aplicação de adesivo (cola) nos painéis dos elevadores produzidos pela empresa Atlas Schindler. Para tanto, foram realizados pedidos de apresentações e cotações para empresas de automação e sistemas de visão.

Foi solicitado às empresas de automação e sistemas de visão que fornecessem apresentações e cotações de seus sistemas de visão para a aplicação de cola nos painéis dos elevadores. As apresentações e cotações foram recebidas e analisadas para determinar quais sistemas seriam mais adequados para a aplicação em questão.

Também foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre Inteligência Artificial, Deep Learning, Machine Learning, programação CNC, hardware e software de CLP e sistemas de visão. Essa pesquisa teve como objetivo identificar as tecnologias mais recentes e relevantes que poderiam ser utilizadas para melhorar o processo de aplicação de cola nos painéis dos elevadores.

Além disso, foi realizada uma pesquisa interdisciplinar com acadêmicos do curso de engenharia de software da UniSENAI/PR campus Londrina/PR para identificar possíveis opções de software a serem desenvolvidos para otimizar o processo de aplicação de cola nos painéis. Em paralelo realizou-se mentorias com professores para discutir e avaliar possíveis soluções, assim como simulações com um braço robótico no laboratório da UniSENAI/PR para validação do método.

As apresentações e cotações recebidas foram analisadas com base em critérios específicos, como custo, desempenho e facilidade de integração com os processos já existentes na empresa Atlas Schindler. Os resultados da pesquisa bibliográfica, da pesquisa interdisciplinar e das mentorias com professores foram analisados para identificar as soluções mais promissoras.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O quadro 1 apresenta a lista de equipamentos padrão básicos utilizados para adoção da solução.

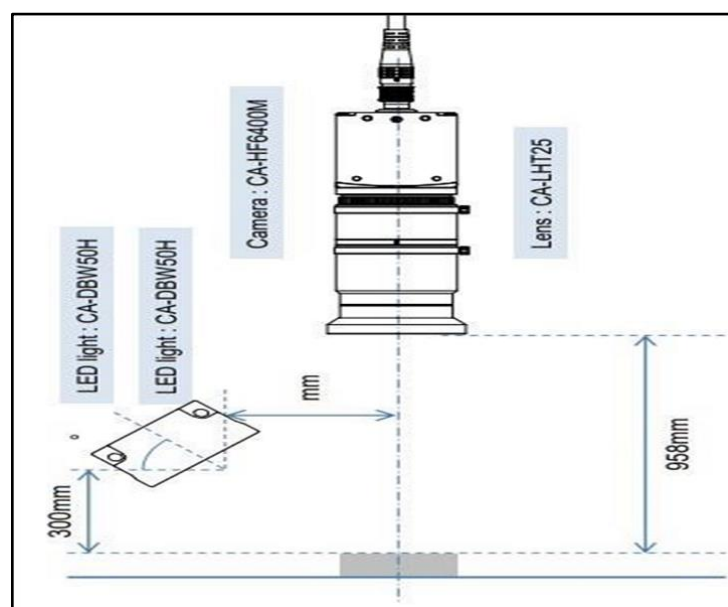
Quadro 1 – Lista de produtos

Descrição	Item	Qtd
Controller	CV-X490F	1
Camera expansion unit	CA-E200	1
Camera	CA-HF6400M	1
Lens	CA-LHT25	1
Camera cable	CA-CF10	1
LED light	CA-DBW50H	2
LED light expansion unit	CA-DC40E	2
Cable for LED light	CA-D10R	4
Industrial SD card	CA-SD16G	1

Fonte: Elaboradas pelos autores

A Figura 6 apresenta a configuração básica da estrutura do sistema de visão para aplicação automatizada de cola nos painéis.

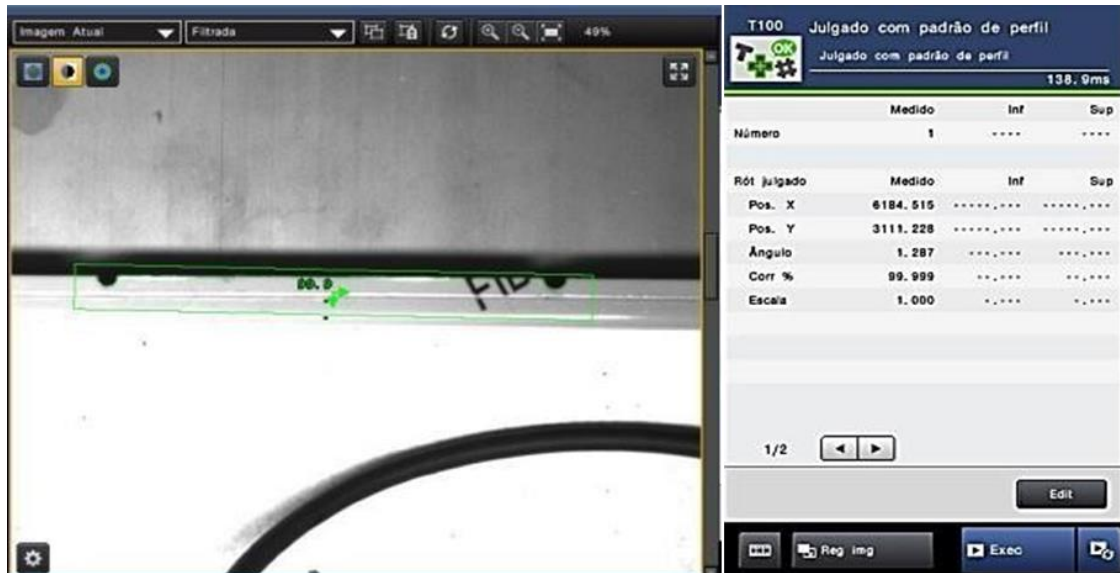
Figura 6 – Configuração de hardware



Fonte: Elaboradas pelos autores

A Figura 7 apresenta o sistema de visão apresentado pela empresa Keyence fazendo a identificação do perfil de um painel e os parâmetros de localização correlacionados pelos valores de coordenadas.

Figura 7 -Software da Keyence

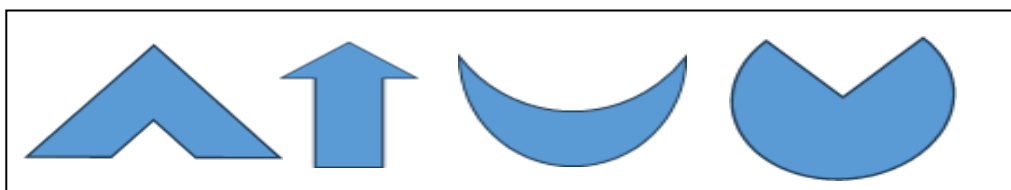


Fonte: Elaboradas pelos autores

Com base na análise dos dados obtidos pelas demonstrações, foram identificados os sistemas de visão mais adequados para a aplicação de cola nos painéis dos elevadores. Também foram propostas soluções de software que poderiam ser desenvolvidas para melhorar o processo de aplicação de cola.

Os testes realizados com a empresa Keyence, apresentaram resultados satisfatórios no que se refere à qualidade de captação da imagem e iluminação, que são parâmetros fundamentais para a identificação da chapa e dos formatos que remetem uma referência para o sentido da passagem da cola, conforme exemplo apresentado na figura 8.

Figura 8 – Exemplos de formatos



Fonte: Elaboradas pelos autores

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a ampla aplicação da Inteligência Artificial e o conhecimento adquirido neste projeto, foi possível identificar a viabilidade de estender esse conceito a outras áreas da Indústria Atlas Schindler, bem como a outros setores. A análise realizada revelou que o custo-benefício atendeu às expectativas, e estima-se que o investimento seja recuperado em aproximadamente três anos. Além disso, este estudo identificou diversas outras vantagens, como aprimoramento da qualidade do processo, otimização do tempo de produção, maior disponibilidade operacional e redução dos custos operacionais, fatores que despertam o interesse das empresas do setor em adotar esse projeto.

## REFERÊNCIAS

GROOVER, M. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. 3 ed.** São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2011.

PACHECO, C. A. R.; PEREIRA, N.S. **Deep Learning Conceitos e Utilização nas Diversas Áreas do Conhecimento.** Revista Ada Lovelace, [S. l.], v. 2, p. 34–49, 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/adalovelace/article/view/4132>. Acesso em: 30 mai. 2023.

PETRUZELLA, Frank. **Controladores Lógico-Programáveis. 4.ed.** São Paulo, AMGH, 2014.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Intelligence artificielle: Avec plus de 500 exercices.** Paris: Pearson Education France, 2010.

## Capítulo IV – Solução de Lubrificação de Máquina Lixadeira

Giovani Magalhães dos Reis <sup>28</sup>

Thierry Moreira Silva <sup>29</sup>

Alex Sandro dos Santos Silva<sup>30</sup>

Gabriel Mantovani Borgianni <sup>31</sup>

Claudemir Rui <sup>32</sup>

Antônio Carlos Rodrigues <sup>33</sup>

Daniel Almeida Colombo <sup>34</sup>

Camila Fogaça de Oliveira <sup>35</sup>

### RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de solução para o problema de lubrificação dos elementos abrasivos das lixadeiras robóticas das indústrias PADO S.A. O problema de lubrificação das lixadeiras robóticas reside-se no tempo de lubrificação, baixa segurança e falta de padronização uma vez que o processo é executado manualmente. A solução proposta foi representada através de um protótipo composto basicamente por um motor com microcontrolador Arduino com comando firmware, sistema de engrenagem e uma cremalheira móvel para ajustar-se de acordo com a necessidade, a posição do sabão lubrificante. Ao final são apresentados os resultados.

**Palavras-chave:** Lixadeira robótica. Arduino. Impressão 3D.

### Sander Machine Lubrication Solution ABSTRACT

The present work presents a proposed solution to the lubrication problem of the abrasive elements in the robotic sanders of PADO S.A. industries. The lubrication issue with robotic sanders stems from the lubrication timing, low safety, and lack of standardization as the process is carried out manually. The proposed solution is depicted through a prototype consisting primarily of a motor with an Arduino microcontroller and firmware control, a gear system, and a movable rack to adjust the position of the lubricating soap as needed. The results are presented at the end.

**Key words:** Robotic sander. Arduino. 3D printing.

<sup>28</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, giovanimagalhaesdosreis@gmail.com

<sup>29</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, tche\_thierry@hotmail.com

<sup>30</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, alex.sandro.s.silva07@gmail.com

<sup>31</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, gabriel\_mantovani2@hotmail.com

<sup>32</sup> Graduando em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, claudemir.joserui@gmail.com

<sup>33</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

<sup>34</sup> Mestre em Engenharia Mecânica da UniSenai Londrina, daniel.colombo@sistemafiep.org.br

<sup>35</sup> Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. Email: camila.oliveira@sistemafiep.org.br

## **1 INTRODUÇÃO**

Em todos os campos da engenharia, os fabricantes são motivados continuamente a otimizar seus processos para garantir maior desempenho e eficiência das máquinas e equipamentos, visando o estabelecimento da melhor relação entre tempo e qualidade.

A empresa PADO SA está há mais de 87 anos no mercado e é a maior fábrica de cadeados do mundo, além de atuar no desenvolvimento de outros produtos como: maçanetas, fechaduras, dobradiças e similares. Aberta a possibilidade de otimização de seus processos, a empresa propôs o desafio de melhoria do processo de retificação.

Dentre as etapas do processo de retificação tem-se o lixamento, que é um processo que envolve desgastar ou polir uma superfície usando abrasivos (lixas), para obter um bom acabamento superficial das peças. A lubrificação se faz necessária no processo de lixamento para melhorar a eficiência, reduzir o desgaste das lixas e melhorar a qualidade do acabamento. O problema atual da PADO é que a lubrificação é executada de forma manual, exigindo o interrompimento do ciclo da máquina e dedicação de um colaborador, além do risco operacional ao colaborador.

Com objetivo de diminuir o setup de lubrificação da lixadeira robótica, garantindo maior produtividade, padronização e segurança operacional; desenvolveu-se neste trabalho a proposta de um implemento automatizado para lubrificação das lixas.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Análise da lixadeira robótica**

A máquina encarregada de realizar o lixamento das maçanetas opera por meio de um robô equipado com uma lixa orbital. Entretanto, devido ao atrito gerado pelas peças em processo de produção, a lixa sofre excessivo aquecimento e conseqüente desgaste prematuro, o que acaba resultando em uma operação ineficiente. Nesse sentido, faz-se necessário a interrupção do processo, conseqüente parada da

máquina e deslocamento do operador para aplicação manual de lubrificante (sabão em pedra comum) na superfície da lixa para retomada da operação.

Identificou-se que o procedimento de lubrificação manual era executado a cada dez minutos em pleno funcionamento da máquina, o que exigia aproximadamente seis paradas por hora. O tempo médio de lubrificação manual era de aproximadamente quatro minutos, o que resulta em uma eficiência operacional de média de 60%/hora.

Considerando a necessidade de interrompimento do ciclo de funcionamento de uma máquina desse porte, a dedicação de um operador para aplicação do lubrificante, os riscos ao operador inerentes ao próprio processo de lubrificação, além da perda de tempo operacional; a equipe propôs o desenvolvimento de um implemento automatizado para lubrificação das lixas, com objetivo de evitar o contato direto do operador no processo, garantir maior segurança operacional e agilidade.

## **2.2 Placas de comando - Arduino**

Esta seção dedica-se a apresentar as principais características operacionais das placas de controle Arduino que foram utilizadas no desenvolvimento do protótipo de implemento automatizado para lubrificação.

O Arduino teve seu início na cidade de Ivrea, na Itália, em 2005, por meio do esforço de Massimo Banzi, um professor que buscava uma maneira acessível e facilitadora para que estudantes pudessem se envolver com tecnologia. Ele compartilhou esse desafio com David Cuartielles, um pesquisador visitante da Universidade de Malmo, na Suécia, que estava enfrentando uma situação semelhante. Essa colaboração resultou no nascimento do Arduino. Até então, as opções disponíveis no mercado eram caras e complexas de se usar.

Banzi e Cuartielles decidiram criar um microcontrolador que permitisse que estudantes de arte e design incorporassem tecnologia em seus projetos. Eles aspiravam a oferecer um produto acessível, custando aproximadamente o mesmo que uma pizza, para garantir que os estudantes tivessem acesso. Além disso, buscavam criar uma plataforma que fosse amigável para qualquer pessoa utilizar.

David Cuartielles projetou a placa e David Mellis, um aluno de Massimo, desenvolveu o software necessário para operá-la. Massimo contou com a colaboração de Gianluca Martina, um engenheiro local que também estava envolvido no Design

Instituto, auxiliando os alunos em seus projetos. Gianluca concordou em produzir uma quantidade inicial de duzentas placas.

O nome "Arduino" foi escolhido em homenagem a um bar local frequentado por membros do corpo docente e alunos do instituto. As placas eram comercializadas em formato de kit, permitindo que os próprios estudantes construíssem seus projetos. A primeira tiragem foi rapidamente vendida, à medida que a popularidade do Arduino cresceu rapidamente. O público reconheceu que o Arduino era um sistema acessível e de baixo custo, ideal para a programação de microcontroladores. Ao longo do tempo, foram lançadas várias versões aprimoradas do projeto original. As vendas oficiais do Arduino atingiram a notável marca de 300 mil unidades vendidas em todo o mundo, por meio de uma rede de distribuidores.

### **2.3 Impressora 3D**

Esta seção dedica-se à apresentação das principais características de uma impressora 3D. A impressora 3D foi utilizada para construção de alguns componentes do protótipo.

Os primeiros passos na representação tridimensional de objetos datam por volta de 1860, quando a técnica de foto escultura foi pioneiramente desenvolvida pelo francês François Willème. Utilizando suas habilidades em escultura e fotografia, ele elaborou um método para criar esculturas em 3D. Willème dispôs 24 câmeras em círculo, com espaçamento adequado, para capturar imagens fotográficas de indivíduos em posições variadas. Essas 24 imagens, representando diferentes ângulos, eram então combinadas de maneira rudimentar para gerar uma representação tridimensional.

Em 1922, o australiano Frederick Hutchison Monteath patenteou um processo fotomecânico para a produção de baixos-relevos. Nesse processo, relevo de retratos e outros objetos eram criados utilizando materiais como gesso, cera ou substâncias semelhantes, que eram posteriormente revestidos com bronze para obter uma camada superficial do objeto. Essa técnica também tinha aplicações na criação de moldes para produção em série.

A impressão 3D também encontrou aplicação na fabricação do dispositivo utilizado na lubrificação de lixas, incluindo a engrenagem e a cremalheira.

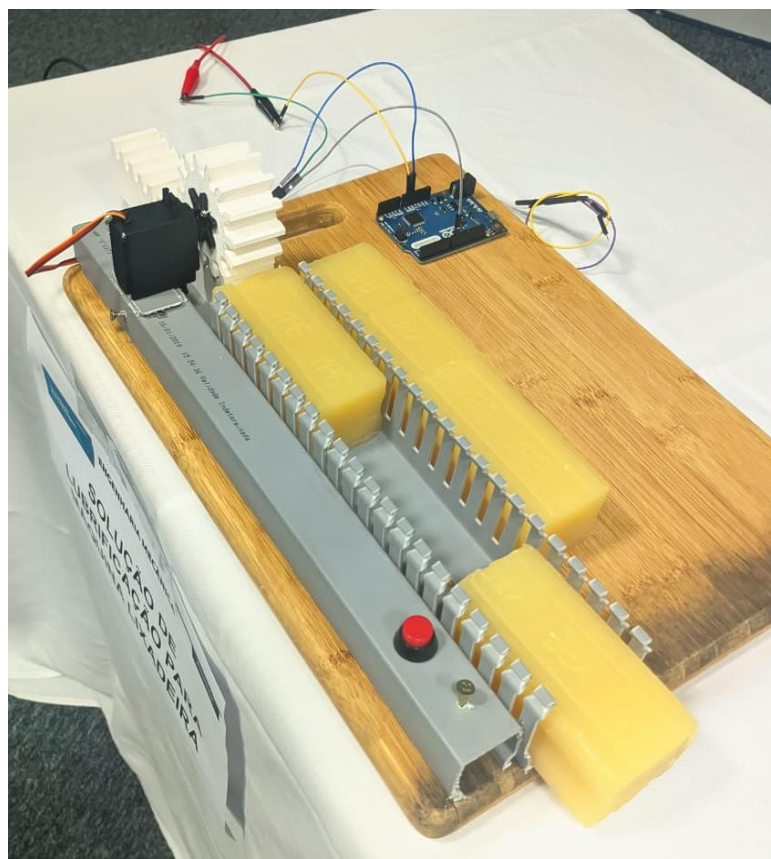
### 3 METODOLOGIA

Conforme mencionado, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um implemento automatizado para lubrificação da lixadeira robótica, diminuindo o setup de lubrificação, garantindo maior produtividade, padronização e segurança operacional. A ideia central do implemento foi a utilização de um servo motor controlado por Arduino, conectado a uma engrenagem para acionamento de uma cremalheira solidária a uma plataforma linear que aplica o lubrificante na lixa. Para construção do protótipo utilizou-se:

- 1- Servo motor MG995
- 2- Placa comando Arduino
- 3- Cremalheira e Engrenagem (confeccionadas em impressora 3D)

A Figura 1 apresenta o protótipo construído.

Figura 1 - Máquina de lubrificação automática



Fonte: Elaborada pelos autores

Dada necessidade de lubrificação de aproximadamente a cada dez minutos de operação da lixadeira, o comando do Arduíno foi programado para acionar o servo motor que solidário a engrenagem, movimentaria a cremalheira deslocando o lubrificante (sabão) contra a lixa para lubrificação, dispensando a intervenção manual de um colaborador, automatizando o processo.

#### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O protótipo foi testado nas instalações da PADO e os resultados foram extremamente satisfatórios. Dispensou-se a lubrificação manual através de um colaborador, evitou-se a necessidade de parada da máquina.

Considerando a utilização de sabão convencional para lubrificação, o intervalo de reabastecimento do protótipo (4 barras de sabão) foi de 40 minutos, ainda assim sem a necessidade de parada da operação.

#### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o protótipo desenvolvido atingiu o objetivo de diminuir o setup de lubrificação da lixadeira robótica, garantindo maior produtividade, padronização e segurança operacional; alavancando a eficiência operacional da máquina próximo a 100%/hora com relação à lubrificação.

#### REFERÊNCIAS

ASHLEY, S. **Rapid prototyping is coming of age**. Mechanical Engineering, v. 117, n. 7, p. 62-70, 1995.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em ação**. Novatec Editora, 2013.

LIRA, Valdemir Martins. **Processos de fabricação por impressão 3D**: Tecnologia, equipamentos, estudo de caso e projeto de impressora 3D. Editora Blucher, 2021.

# E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

**VOLUME 2 2023**



[WWW.UNISENAIPR.COM.BR](http://WWW.UNISENAIPR.COM.BR)

