

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**Etec SYLVIO DE MATTOS CARVALHO**

**Curso de Técnico em Mecatrônica**

**Gabriel Nunes Pereira**

**Luiz Otávio Hespanholo Ricci**

**Maria Luiza Furini**

**Victor Hugo Oliveira**

**PROTÓTIPO DE ELEVADOR DE CANECAS COM SENSORES DE  
SEGURANÇA**

**Matão, SP  
2023**

**Gabriel Nunes Pereira**

**Luiz Otávio Hespanholo Ricci**

**Maria Luiza Furini**

**Victor Hugo Oliveira**

**PROTÓTIPO DE ELEVADOR DE CANECAS COM SENSORES DE  
SEGURANÇA**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Técnico em Mecatrônica da Escola Técnica Estadual Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo Prof. Wesley Soares Camargo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Mecatrônica.

**Matão, SP  
2023**

## RESUMO

O elevador de canecas é um equipamento utilizado para o transporte vertical de materiais a granel. Ao integrar sensores de segurança, esse sistema ganha mecanismos que monitoram e garantem um funcionamento seguro, prevenindo acidentes e implementando protocolos de emergência. A combinação de elevador de canecas com sensores magnéticos e sensor de barreira visam aprimorar a eficiência, proteção durante a operação e proteção na realização da manutenção, oferecendo uma solução confiável. A pesquisa e o desenvolvimento se concentram na aplicação prática desses sensores, no funcionamento do relé de segurança, contadores, botoeiras e botão de segurança para aprimorar a segurança e a eficácia do elevador de canecas. Estes dispositivos permitem a ativação de protocolos de segurança, como paradas automáticas ou alertas, garantindo a integridade do equipamento e a segurança dos operadores. A análise aprofundada da eficácia juntamente com estudos de casos reais, é essencial para compreender o impacto e a importância desses sistemas nos elevadores de canecas industriais.

**Palavras-chave:** Elevador de Canecas. Sensores. Segurança. Manutenção.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	7
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	7
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	7
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	8
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

## 1. INTRODUÇÃO

Os elevadores de canecas se tornaram essenciais nos transportes de materiais a granel, e são vitais nas grandes indústrias alimentícias. O mercado responsável pelas construções dos elevadores de canecas só tende a crescer cada vez mais, devido a sua grande demanda nas indústrias, pois além dele ocupar pouco espaço e é mais econômico do que outros equipamentos que têm a mesma função.

Apesar da sua importância, é também um dos menos seguros. Acidentes causados por elevadores de canecas durante a manutenção do equipamento são decorrentes de falhas em sensores responsáveis pela segurança da máquina.

No entanto, a integração adequada de sensores de segurança torna-se cada vez mais vital à medida que os requisitos de segurança industrial evoluem. A presença de tecnologias de detecção e monitoramento não apenas visa atender a regulamentações rigorosas, mas também preservar trabalhadores, equipamentos e processos de possíveis falhas ou acidentes.

O projeto apresentado tem como objetivo desenvolver um protótipo de um elevador de canecas em escala reduzida e visando a importância da incorporação de sensores de segurança em elevadores de canecas, analisando seus benefícios, desafios e impactos na operação industrial, em busca de sistemas confiáveis e seguros.

O projeto foi planejado por um integrante do grupo, pensado na segurança após um acidente com um familiar dele no qual poderia ter sido evitado com o auxílio de sensores de segurança.

A integração de sistemas de sensores de segurança revela-se necessária para reduzir riscos operacionais e garantir a integridade dos processos. A presente pesquisa propõe explorar a aplicação e o impacto desses sensores, envolvendo não apenas a otimização do desempenho operacional, mas também a promoção de ambientes industriais mais seguros.

A razão principal e mais importante para a implementação de sensores é a proteção dos trabalhadores. Os elevadores de canecas são comumente utilizados em ambientes industriais sem sensores adequados, existe um risco significativo de acidentes, como obstruções nas canecas ou falhas mecânicas, que podem resultar em danos graves ou até mesmo fatais para os operadores.

Além dos benefícios de segurança, a implementação de sensores também pode contribuir para uma operação mais eficiente. Eles podem ser usados para otimizar o fluxo de material, evitando paradas não programadas, minimizando o desperdício de recursos e melhorando a produtividade geral. Em muitos países, existem regulamentações rigorosas relacionadas à segurança industrial e à operação de equipamentos. A instalação de sensores de segurança é frequentemente uma exigência legal para garantir a conformidade com essas regulamentações, o que evita multas e sanções legais. Esses dispositivos desempenham um papel crítico na indústria, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e confiável.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um protótipo de elevador de canecas com sensor de barreira e sensor magnético para a demonstrar a aplicação de sensores de segurança.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Demonstrar funcionamento do relé de segurança;
- Aplicar sensores de barreira e magnético para a prevenção de acidentes;
- Demonstrar o funcionamento de sistema de segurança com botoeiras e botão de emergência.

### 3. DESENVOLVIMENTO

O elevador de canecas é um equipamento utilizado para transportar materiais a granel verticalmente. Ele é amplamente utilizado em indústrias como agricultura, mineração, processamento de alimentos, construção, entre outras.

O princípio de funcionamento do elevador de canecas consiste em uma série de caçambas ou canecas conectadas entre si por uma corrente ou correia. As canecas são fixadas na corrente em intervalos regulares e formam uma espécie de “esteira” vertical.

Quando o elevador é acionado, a corrente começa a se mover na unidade motriz, as canecas são levadas ao longo de um percurso vertical. As canecas são projetadas para coletar o material a granel na base do elevador e transportá-lo para cima. No topo do elevador, as canecas descarregam o material em um ponto de destino, como um silo, uma esteira transportadora ou outro equipamento de processamento.

O elevador de canecas é escolhido como solução de transporte vertical devido à sua capacidade de movimentar grandes volumes de material a granel de forma eficiente e contínua. Além disso, ele é capaz de lidar com uma variedade de materiais, como grãos, minérios, areia, cimento, fertilizantes, entre outros.

Existem dois tipos de elevadores de canecas disponíveis, como os de tração por corrente e os de tração por correia e os de tração por cabo. A escolha do tipo adequado depende das características do material a ser transportado, da capacidade de carga necessária e de outros requisitos específicos da aplicação.

É importante ressaltar que a instalação e a operação de um elevador de canecas devem ser realizadas de acordo com as normas de segurança e regulamentações aplicáveis. A manutenção regular do equipamento também é essencial para garantir seu funcionamento confiável e seguro.

Um elevador de canecas é composto por vários componentes que trabalham juntos para garantir seu funcionamento adequado, a tabela abaixo apresenta a lista de materiais utilizadas no projeto, bem como o custo de cada um dos itens utilizados.



Tabela 1: Tabela de Materiais.

<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Caneca	4	R\$50,00
Corrente	1	R\$20,00
Chapa de aço	1m <sup>2</sup>	R\$100,00
Barra redonda de aço	1m	R\$15,00
Motor de passo	1	R\$230,00
Relé de segurança	1	R\$200,00
Sensor magnético	1	R\$50,00
Sensor de barreira	1	R\$200,00
Rolamento	4	R\$20,00
Contator	3	R\$180,00
Botoeiras	3	R\$40,00
Botão de segurança	1	R\$50,00
Caixa de MDF	1	R\$50,00
Parafusos	16	R\$10,00
Engrenagens	2	R\$45,00
Fonte 24V	1	R\$260,00
Tinta spray	2	R\$39,00
Porcas M5	32	R\$28,00
Arruela	32	R\$28,00
<b>Total</b>		<b>R\$1.587,00</b>

FONTE: Elaborado pelos próprios alunos.

As canecas são projetadas para acomodar diferentes tipos de materiais e são resistentes o suficiente para suportar a carga e as condições de operação.



Figura 1: Caneca de grãos

FONTE: [https://http2.mlstatic.com/D\\_NQ\\_NP\\_735962-MLB44276334734\\_122020-O.webp](https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_735962-MLB44276334734_122020-O.webp)

A corrente é o elemento que conecta as canecas e as movimenta ao longo do elevador.



Figura 2: Corrente

FONTE: <https://ericbike.vteximg.com.br/arquivos/ids/163480-1000-1000/Corrente-para-Bicicleta-FSC-F410-1-2x1-8-114-Elos-Cromada.jpg?v=6370970327711300004>

A estrutura do elevador de canecas é responsável por suportar o peso das canecas, corrente e o material a granel transportado. A chapa de aço foi escolhida por ser um material resistente.



Figura 3: Chapa de aço 500mmx120mmx2,5mm

FONTE: <https://casaserralheiro.com.br/wp-content/uploads/2020/12/Casa-do-Serralheiro-Produtos-Chapas-Chapa-de-Aco-Galvanizada.jpg>

A barra redonda de aço foi utilizada como material para fabricar os eixos e as barras de sustentação pela extensão do elevador.



Figura 4: Barras redondas de aço

FONTE: <https://arcelormittal.vtexassets.com/arquivos/ids/158064-800-auto?v=637705063441730000&width=800&height=auto&aspect=true>

O motor é responsável por movimentar a corrente, fornece a energia necessária para impulsionar o elevador.



Figura 5: Motor de passo

FONTE: <https://tfcfnw.vteximg.com.br/arquivos/ids/847885-1000-1000/68500.jpg?v=638205168570530000>

Esses são os componentes básicos de segurança para um elevador de canecas. O relé de segurança é responsável por monitorar o circuito elétrico.



Figura 6: Relé de segurança

FONTE: <https://techmakers.fbittstatic.net/img/p/rele-de-seguranca-dpx-257-t158-70370/256916-2.jpg?w=450&h=450&v=no-change&q=ignore>

Devido à natureza do processo e ao movimento contínuo das canecas, é fundamental implementar sensores magnéticos que são acionados mediante a presença de um campo magnético.



Figura 7: Sensor Magnético

FONTE: [https://arduinoeletronica.com.br/wp-content/uploads/2019/07/sensor\\_magnetico\\_c\\_fio\\_sobrepor\\_273\\_2\\_20180417103441.png](https://arduinoeletronica.com.br/wp-content/uploads/2019/07/sensor_magnetico_c_fio_sobrepor_273_2_20180417103441.png)

Os sensores de barreira são dispositivos ópticos ou de proximidade que são instalados ao longo do trajeto das canecas no elevador. Os relés de segurança recebem os sinais dos sensores e atuam como interruptores de controle. Quando um sinal indica uma situação de perigo, o relé de segurança é acionado e pode interromper imediatamente a energia para o motor do elevador, parando o movimento das canecas e evitando um possível acidente.



Figura 8: Sensor de barreira frontal

FONTE: Arquivo pessoal



Figura 9: Sensor de barreira traseira

FONTE: Arquivo pessoal

O rolamento é uma parte essencial do projeto pois é a partir dele que a corrente com que as canecas façam o movimento de elevação. Uma chapa de aço foi cortada e furada centralmente para o encaixe das buchas e do rolamento. Na imagem abaixo segue foto das quatro peças prontas com as buchas e rolamentos:



Figura 10: Peças laterais finalizadas  
FONTE: Arquivo pessoal

O contator foi utilizado no esquema elétrico como chave de controle e auxílio do relé de segurança, o contator impede que a corrente elétrica flua se houver alguma inadequação.

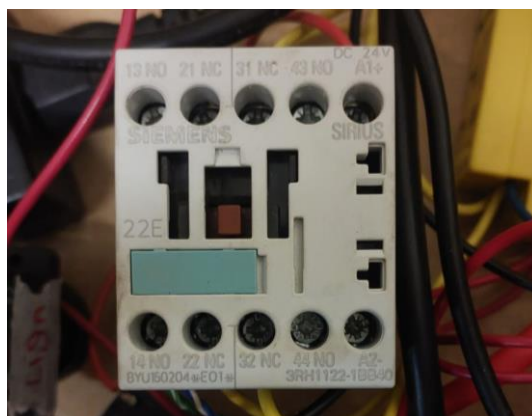


Figura 11: Contator DC  
FONTE: Arquivo pessoal

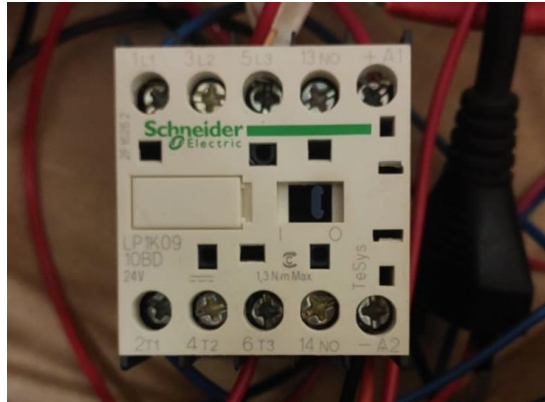


Figura 12: Contator DC  
FONTE: Arquivo pessoal

Botoeiras e botão de emergência utilizados para que ocorra o acionamento do protótipo, o desligamento e para que caso seja previsto um possível acidente o botão de segurança abra o contato para que o funcionamento do protótipo seja interrompido.

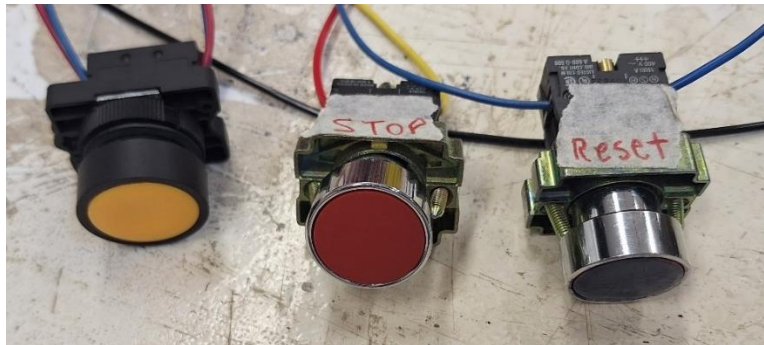


Figura 13: Botoeiras com papeis escritos stop e reset  
FONTE: Arquivo pessoal



Figura 14: Botão de emergência  
FONTE: <https://santil.cdn.plataformaneo.com.br/produto/1681751S-PFN2M6NA-N24418277.jpg>



A caixa de MDF foi uma forma mais econômica para a ideia da montagem de um quadro de força, a caixa foi desenhada e feita nas seguintes medidas 40cm x 30cm x 20cm. Para a montagem do circuito dentro da caixa cortamos as aberturas para que as botoeiras fossem posicionadas e adicionamos trilhas para o encaixe dos componentes.



Figura 15: Caixa de MDF  
FONTE: Arquivo pessoal

Na montagem do circuito elétrico utilizamos uma fonte 24V (volts) 6,5A (amperes) para fornecer energia ao circuito elétrico composto por relé, disjuntor, contadores, sensores e motor de passo.



Figura 16: Fonte 24V (volts) 6,5 (amperes)  
FONTE: Arquivo pessoal

Para o começo do desenvolvimento prático do protótipo foi feito um croqui contendo todas as medidas necessárias para a fabricação de materiais como as chapas laterais de aço e eixos de rotação.

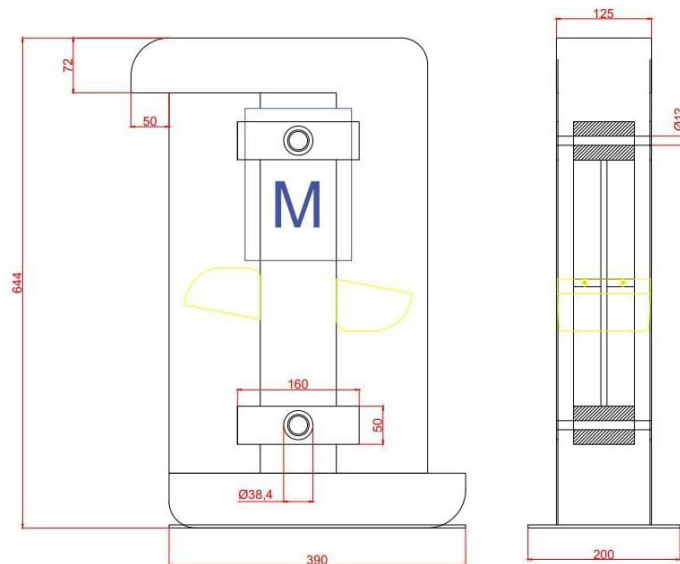


Figura 17: Croqui do protótipo  
 FONTE: Elaborado pelos próprios alunos

Nas peças laterais ocorre a integração de um eixo feito por um cilindro de aço confeccionado no torno da oficina escolar. Abaixo uma imagem de um dos integrantes do grupo realizando a usinagem da barra de aço no torno convencional da escola para que fique no diâmetro correto.



Figura 18: Aluno realizando usinagem no torno convencional  
 FONTE: Arquivo pessoal



Após os eixos finalizados foi necessário o encaixe das peças laterais em cada extremidade com a ajuda da prensa da oficina escolar e assim os dois conjuntos principais estavam prontos.



Figura 19: Conjunto principal  
FONTE: Arquivo pessoal

Após o corte das chapas laterais e a fabricação dos dois conjuntos principais foi feita uma soldagem utilizando a solda MIG MAG e a estrutura do protótipo estava pré-moldada. A soldagem MIG MAG foi utilizada para a junção da base da estrutura do protótipo que fornece a estabilidade.



Figura 20: Estrutura do elevador de canecas.  
FONTE: Arquivo pessoal.



Figura 21: Aluno soldando a estrutura do protótipo  
FONTE: Arquivo pessoal

O sistema foi desenvolvido para que chapas cortadas na medida fossem fixadas na corrente por meio de parafusos e com o suporte dessas chapas as canecas fossem assim integradas.



Figura 22: Corrente com as chapas de canecas soldadas  
FONTE: Arquivo pessoal.

A porta frontal foi projetada para que a partir da abertura dela o sensor magnético seja acionado não permitindo o funcionamento do protótipo e que a manutenção possa ocorrer de uma forma segura e adequada.



Figura 23: Porta de segurança no protótipo  
FONTE: Arquivo pessoal

Para a pintura da estrutura foi utilizado a tinta spray cinza por aderir melhor ao material e deixar a pintura uniforme.



Figura 24: Tinta spray  
FONTE: Arquivo pessoal



Figura 25: Protótipo pintado  
FONTE: Arquivo pessoal

Para a elaboração do esquema elétrico fizemos uma análise pontual sobre todos os componentes e energia necessário a fim de desenvolver um esquema correto e útil.

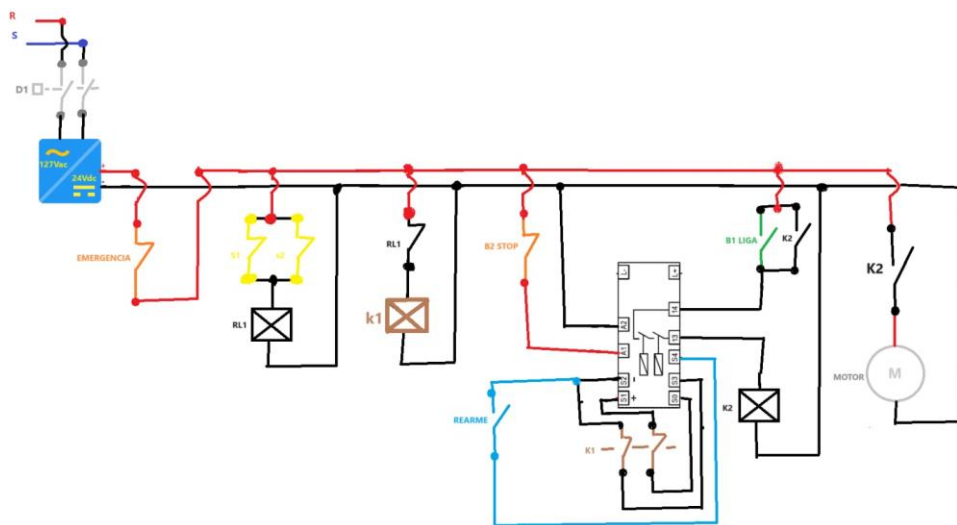


Figura 26: Diagrama elétrico  
FONTE: Elaborado pelos próprios alunos



Antes do circuito elétrico ser colocado em prática realizamos os testes necessários para cada componente elétrico. Os testes foram realizados por um dos integrantes do grupo com o auxílio de potenciômetro.



Figura 27: Aluno realizando teste com auxílio de um potenciômetro no relé  
FONTE: Arquivo pessoal

Após o teste de todos os componentes se iniciou a montagem do circuito fora da caixa de segurança para ser visualizado falhas ou melhorias antes da montagem final.

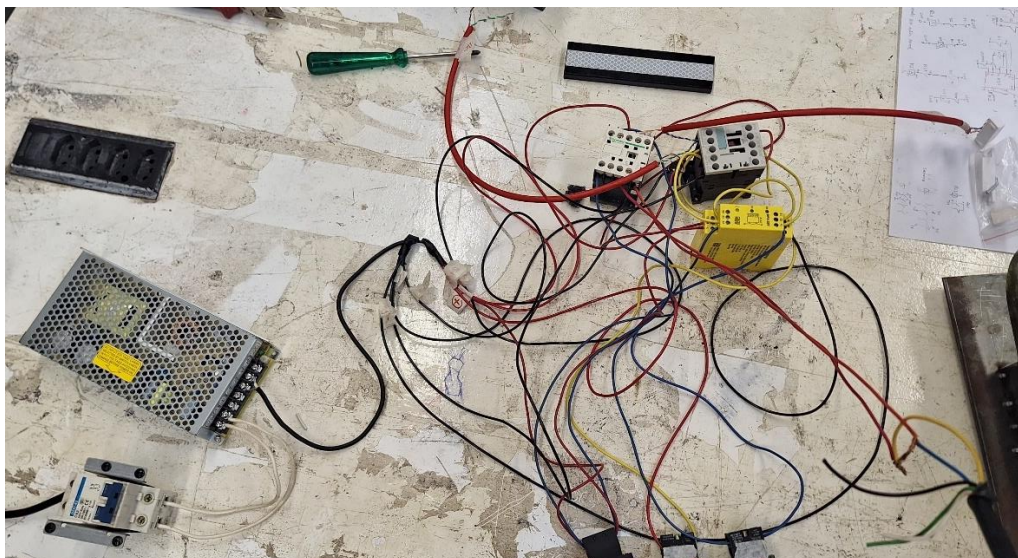


Figura 28: Circuito elétrico  
FONTE: Arquivo pessoal

Após a finalização de todo o processo mecânico e o processo elétrico com todos apresentando o devido funcionamento iniciamos a etapa final e concluinte do projeto onde integramos a parte elétrica à parte mecânica. Com o decorrer da montagem planejamos que a parte elétrica fosse fundamental para a parte mecânica, a caixa de segurança foi feita para que siga todo o processo de elevação de modo que qualquer anomalia detectada pelos sensores o relé de segurança e os contatores trabalhem em conjunto a parte mecânica parando o seu funcionamento imediatamente. Garantindo que o projeto siga a linha de segurança durante a manutenção e durante a operação.

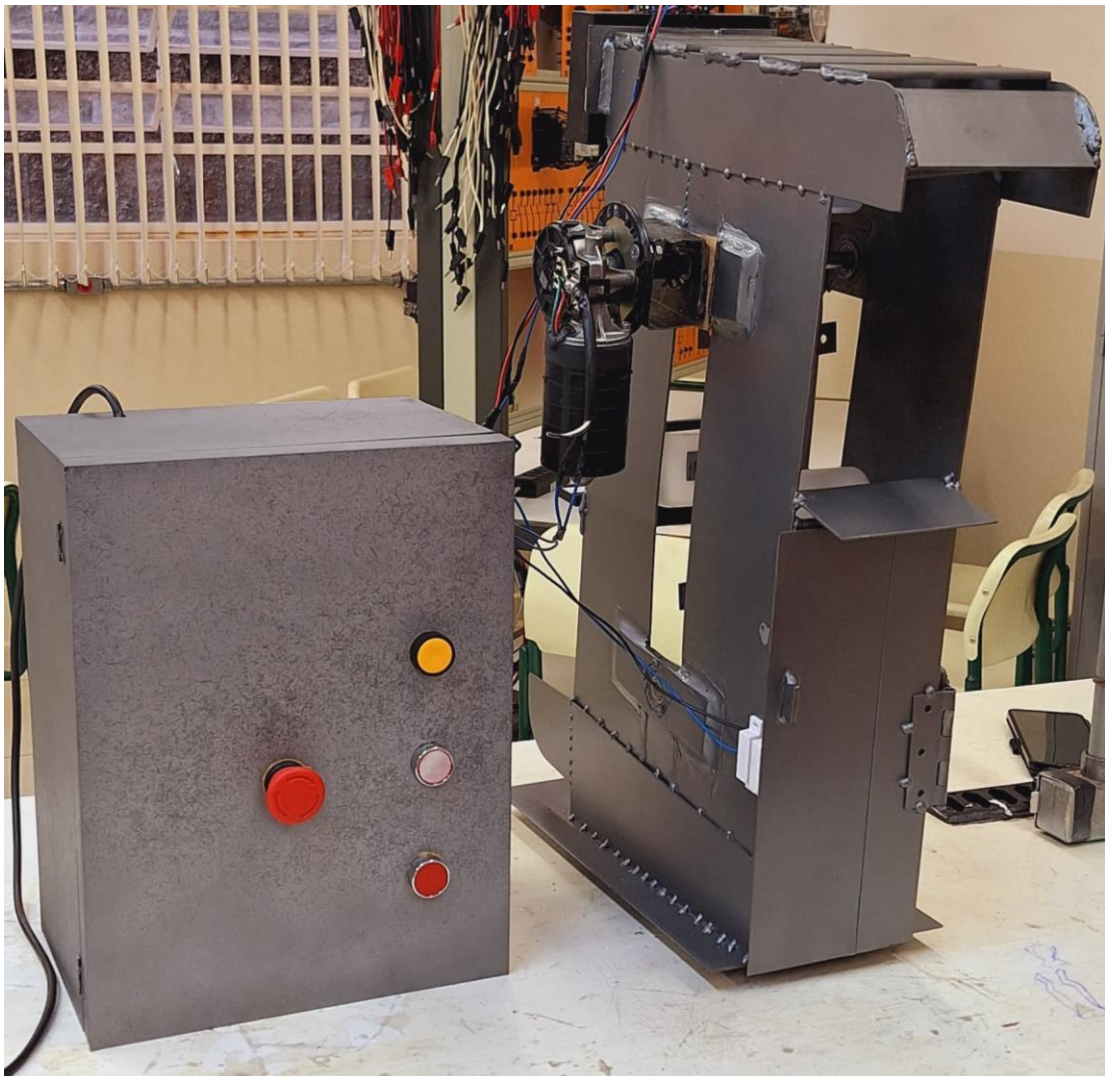


Figura 29: Projeto final  
FONTE: Arquivo pessoal

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando a crescente necessidade de inovação e segurança nos sistemas de transporte de materiais, o desenvolvimento deste protótipo de elevador de canecas com sensores de segurança representa um avanço significativo. A integração de sensores de detecção e sistemas de parada automática em caso de alguma anomalia se mostra uma medida para prevenir acidentes.

Esta pesquisa e o protótipo desenvolvido não apenas demonstram viabilidade técnica, mas também destacam a importância da aplicação de tecnologias de segurança avançadas. Este trabalho demonstra a importância da implementação de soluções similares, contribuindo para ambientes mais seguros e eficientes.

## REFERÊNCIAS

ALARMES, Jfl. **Como os sensores de barreira funcionam e como podem te proteger?** Disponível em: <https://jflalarmes.com.br/como-os-sensores-de-barreira-funcionam-e-como-podem-te-proteger/>. Acesso em: 14 jul. 2023.

PECOSQUI, Edmilson. **Os Riscos nos Elevadores de Caneca.** Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/os-riscos-nos-elevadores-de-caneca-edmilson-pecosqui>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SOLUTEC. **Elevador de Canecas e seus conceitos.** Disponível em: <https://www.solutecindustrial.com.br/elevador-de-canecas-e-conceitos/>. Acesso em: 24 maio. 2023.