

SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

ARTHUR PALACIO BARBOSA MOULEPES

DANIEL RIBEIRO DA COSTA

JOÃO VITOR COSTA

LEONARDO GABRIEL RODRIGUES DE LIMA

VINICIUS NOBRE

ELEVADOR MÓVEL DE CARGA

CURITIBA

2024

ARTHUR PALACIO BARBOSA MOULEPES
DANIEL RIBEIRO DA COSTA
JOÃO VITOR COSTA
LEONARDO GABRIEL RODRIGUES DE LIMA
VINICIUS NOBRE

ELEVADOR MÓVEL DE CARGA

Trabalho apresentado à unidade curricular
Internet Of Things do Curso Técnico em
Desenvolvimento de Sistemas, Senai
Celso Charuri como parte de conclusão
do 2º Módulo.

Orientador: Prof. Allan da Rocha Dias

CURITIBA

2024

1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade que está próspera à suprir a demanda básica sobre moradia dos cidadãos ou na criação de indústria para fornecer produtos, muitas dessas infra estruturas requerem um baixo custo na locomoção de material - do sítio ou fornecedor - para a construção. Por ser uma parte extremamente crucial para pequenas empresas e/ou moradias, este elevador móvel surge como uma forma de auxiliar essas entidades em seus desafios por ser uma alternativa adaptável ao elevadores de cargas convencionais ou de andaimes para empreitadas, não apenas economizando tempo como também transformando em um ambiente mais seguro.

O elevador de carga móvel se insere em um contexto mais amplo de pesquisas que abordam a otimização da logística em construções civis e indústrias. Estudos anteriores têm destacado a importância de soluções alternativas que melhoram a eficiência operacional e a segurança no transporte de materiais, especialmente em pequenos empreendimentos, onde os recursos muitas vezes são limitados. Este projeto está diretamente relacionado a essa necessidade de mercado, oferecendo uma alternativa prática e acessível aos equipamentos convencionais - como elevadores fixos e andaimes. Ao analisar as lacunas deixadas pelas soluções existentes, não apenas propõe uma tecnologia que facilita a locomoção de cargas, mas também aborda a urgência de criar ambientes de trabalho mais seguros. Assim, fundamentada em questões reais enfrentadas por pequenos empresários e trabalhadores, onde fornece uma resposta a um problema que impacta diretamente a eficiência e a saúde no setor da construção civil.

Este projeto se propõe ao desenvolvimento de um elevador de carga portátil, com foco na sua aplicação em pequenas empresas e canteiros de obras. O objetivo centra-se na criação de uma solução adaptável que possa facilitar a locomoção de materiais em ambientes de construção civil e indústrias. A metodologia utilizada para criação deste protótipo consiste de tecnologias acessíveis, como o Arduino, bem como a implementação de sensores de força e sistemas de controle para garantir a operação segura do elevador. O projeto será orientado pelas necessidades do mercado e das limitações dos equipamentos existentes, visando compreender como esse protótipo pode atender de forma eficaz aos desafios existentes. No final, espera-se apresentar um projeto que não apenas contribua para a eficiência operacional, mas também ofereça uma alternativa viável para melhorar as condições de trabalho em setores que lidam com transporte de materiais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Problemática

A ideia de um elevador de carga nos dias atuais não é algo novo, mas ainda é totalmente relevante no contexto das construtoras, principalmente por conta do grande custo de locomoção em indústrias ou a falta de segurança em andaimes nas construtoras civis. Esses fatores tornam evidente a necessidade de uma solução mais eficaz. Por conta disso, a ideia de transformá-lo em um elevador de carga fixo em um móvel com uma maior segurança e baixo custo para empreitadas é o que torna uma solução alternativa.

Além disso, por ser um projeto de um equipamento já existente, a possibilidade de executar de forma eficiente utilizando tecnologias acessíveis, como arduinos e sensores de força, é totalmente viável. O uso dessas tecnologias não apenas facilita o desenvolvimento, mas também possibilita a implementação de funcionalidades que aumentam a segurança e a eficácia do elevador. Não só isso, mas o investimento da própria instituição SENAI, que fornece os componentes para a incentivação e criação desse projeto, é um aspecto fundamental que pode impulsionar a sua viabilidade. Porém é necessário verificar se há investimento suficiente na criação de um futuro protótipo em tamanho real.

Apesar de tudo, existe tempo suficiente para a conclusão desse projeto em arduino. Se houver investimento adequado, isso permitirá que a construção de um projeto em uma escala maior se torne uma realidade. O desenvolvimento de um protótipo funcional pode servir como um passo inicial essencial antes da implementação em campo.

Utilizando o que é fornecido de forma eficiente, este projeto acaba se tornando totalmente exequível para sua montagem e construção, que poderá de fato se tornar uma alternativa viável para os problemas já existentes em construções, como a falta de locomoção de material em construções civis.

2.2 Justificativa

O problema da locomoção de materiais em canteiros de obras e indústrias é de extrema importância, uma vez que a eficiência e a segurança são requeridos para qualquer empreendimento nesse setor. As práticas atuais, que muitas vezes envolvem métodos improvisados de transporte, não apenas comprometem a produtividade, mas também aumentam os riscos de acidentes. Essa situação torna evidente a necessidade de soluções viáveis, como o projeto do elevador de carga móvel, que pode suprir as demandas de micro empreendedores e construtoras.

Os benefícios esperados com a implementação do protótipo são significativos. Primeiramente, o elevador de carga móvel proporcionará um meio mais seguro de transportar materiais pesados, reduzindo possíveis lesões e acidentes entre os trabalhadores. Com um sistema que prioriza a segurança - como a trava da plataforma caso exceda o peso limite - as empresas poderão criar um ambiente de trabalho mais seguro.

A eficiência operacional será amplamente beneficiada ao eliminar a necessidade de soluções improvisadas, como andaimes e carrinhos inadequados, consequentemente o tempo gasto no transporte de materiais será consideravelmente reduzido. Isso poderá permitir que as equipes possam acelerar o ritmo das obras e resultando em prazos de entrega mais curtos. A agilidade nas operações não só favorece a competitividade das pequenas empresas, mas também impacta positivamente o mercado, aumentando a oferta de moradia e infraestrutura.

Em outro aspecto, o impacto social também deve ser destacado. A melhoria nas condições de trabalho não só beneficia os colaboradores diretamente envolvidos, mas também reflete em suas famílias e comunidades. Assim, o protótipo não é apenas uma viabilidade técnica de locomoção em construtoras e indústrias, mas uma solução que pode transformar a realidade de muitas empresas e trabalhadores no setor, promovendo eficiência, segurança e qualidade de vida.

2.3 Objetivos

O projeto visa desenvolver um elevador de carga móvel que promova maior eficiência no transporte de diversas cargas em canteiros de obras e indústrias. Essa alternativa pode alterar a logística de movimentação de materiais, proporcionando um meio seguro e ágil para que trabalhadores possam deslocar cargas com facilidade. Ao implementar o sistema de balança, o elevador de carga móvel não apenas facilitará os usos diários, mas também contribuirá para a redução de custos operacionais e riscos associados a métodos de transporte improvisados utilizados no setor. Com isso, espera-se aumentar a produtividade das equipes e melhorar as condições de trabalho, impactando de forma positiva o desempenho das empresas e a qualidade de vida dos trabalhadores no setor da construção civil e indústrias.

De forma específica, este projeto inclui o desenvolvimento e implementação de um sistema de medição de peso integrado ao elevador, garantindo que as cargas transportadas estejam dentro dos limites seguros, visando prevenir sobrecargas e aumentar a segurança dos trabalhadores. Outro foco é proporcionar um custo-benefício acessível, de forma a oferecer uma solução econômica para pequenos empreendedores e construtoras.

Com o protótipo em arduino do elevador, espera-se alcançar uma série de resultados que aprimorem a eficiência e a segurança nas operações de transporte de materiais em canteiros de obras e indústrias através da integração de tecnologias inteligentes, como sensores de peso e sistemas de monitoramento em tempo real. O protótipo permitirá o controle preciso das cargas, evitando sobrecargas e minimizando riscos de acidentes. O uso dos bancos de dados também permitirá a coleta de dados sobre o uso e desempenho do elevador, proporcionando insights para futuras melhorias. Em suma, pretende-se transformar o protótipo em uma ferramenta essencial que melhore as condições de trabalho.

2.4 Hipótese

As suposições se baseiam nos problemas identificados nas práticas atuais de construção. Muitos trabalhadores recorrem a rampas de madeira, baldes e cordas para elevar materiais, o que não apenas compromete a segurança, mas também reduz a eficiência das operações. Esses métodos improvisados aumentam o risco de acidentes, resultando em lesões e atrasos nas obras. Por exemplo, o uso de rampas mal construídas pode levar a quedas e o transporte manual de cargas pesadas pode causar lesões musculares. Com a introdução de um elevador de carga móvel, que possa ser monitorado e controlado em tempo real, é possível garantir que os materiais sejam transportados de maneira segura e ágil, minimizando os riscos associados.

Ao integrar sensores de peso e sistemas de monitoramento, o protótipo poderá prevenir sobrecargas e fornecer dados valiosos sobre o uso do equipamento. Isso permitirá que os operadores saibam exatamente quando e como utilizar o elevador de forma eficiente, evitando sobrecarregar a estrutura e assegurando que as cargas transportadas estão dentro dos limites. Essa abordagem não apenas aumentará a segurança, mas também pode permitir uma gestão mais eficiente dos recursos, contribuindo para a otimização dos processos de construção e facilitando a coordenação das equipes.

Portanto, ao solucionar as limitações dos métodos tradicionais de transporte de materiais, o elevador de carga móvel com recursos de IoT não apenas facilitará o trabalho dos operários, mas também melhora as condições de segurança e eficiência nas construções civis. Isso impactará positivamente a produtividade e a saúde dos trabalhadores, resultando em um ambiente de trabalho mais seguro e uma execução mais rápida dos projetos, beneficiando assim tanto os profissionais envolvidos quanto as empresas responsáveis pelas obras.

2.5 Tecnologias e Ferramentas

No início do protótipo, foi-se iniciado o teste e a construção no Tinkercad com a utilização do arduino para programação, duas placas de protoboard para dois segmentos da construção, um motor para que possa mover a plataforma, dois botões para controlar as direções - baixo e cima - da plataforma, dois leds em cores diferentes para informar se a plataforma está no peso excedido ou não, um sensor de força para substituir o sensor de peso pela falta do equipamento, um display LCD 16X2 para mostrar as informações na tela como o peso e um sensor de movimento para impedir a plataforma suba ou desça caso ocorra algum movimento, prevenindo acidentes. Toda a programação no arduino, Tinkercad ou real, é formatada em C de arduino.

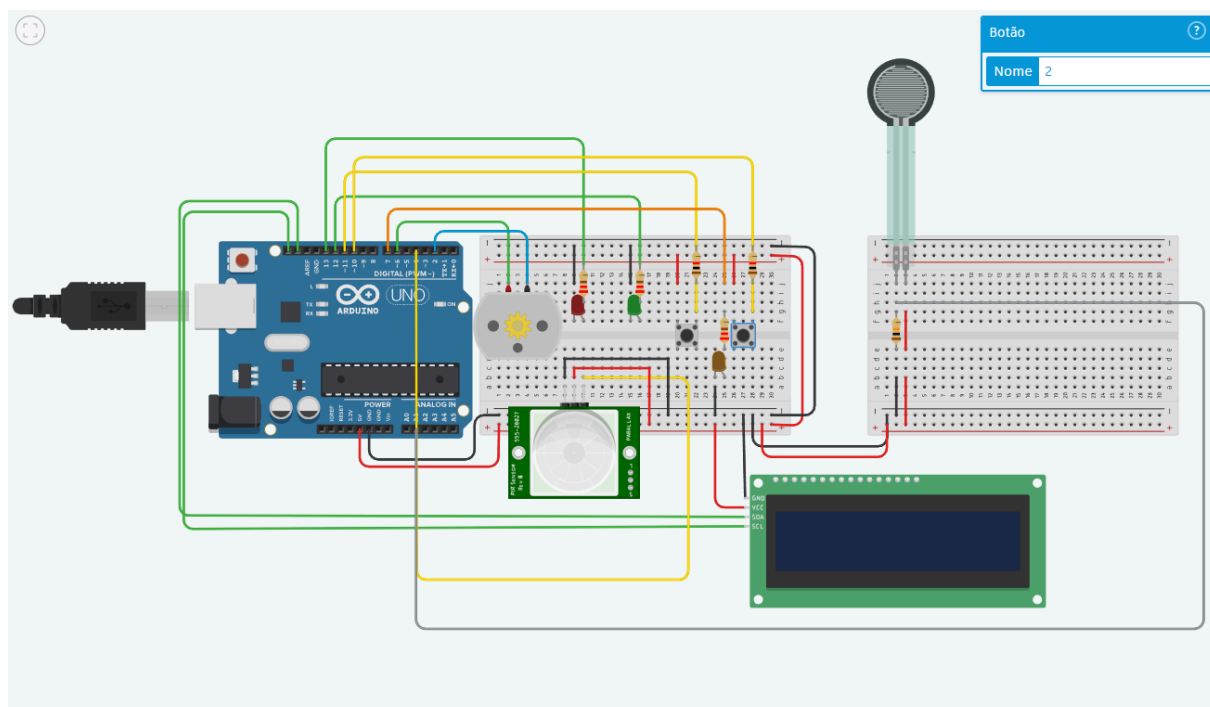
2.6 Arquitetura do Sistema

O sistema será implementado utilizando um arduino conectado a dois protoboards, onde serão integrados diversos componentes. O motor simulará o movimento do elevador, enquanto os LEDs indicarão se a carga está muito pesada ou leve, baseando-se nas medições do sensor de força, que avaliará o peso pela força aplicada. Um display LCD mostrará a quantidade de peso e informará se a carga está excessiva. Além disso, um sensor de movimento será incluído para detectar pequenas alterações no movimento do elevador, acionando a parada do motor como uma medida de segurança.

2.7 Desenvolvimento do Protótipo

Através de várias etapas, o protótipo se iniciou no Tinkercad com o arduino até que fosse planejado para físico. No início, foi elaborado um esquema do circuito para conectar os componentes à placa de arduino, incluindo botões, LEDs, um motor e uma tela LCD, permitindo medições e exibição de informações em tempo real. Na fase de implementação, os componentes foram dispostos em duas protoboards, conectando resistores, LEDs, botões e o sensor ao arduino com cabos jumper, além de programar a leitura do sensor e a lógica de controle utilizando C. Após a montagem, o protótipo foi submetido a testes para verificar a resposta dos botões, o funcionamento dos LEDs e a exibição correta dos dados na tela LCD - no qual foi a mais difícil - garantindo a precisão das medições do sensor. Durante os

testes, ajustes foram realizados no código e nas conexões até que o sistema funcionasse de maneira estável, até que chegasse ao estágio que pode ser considerado um protótipo finalizado.



2.8 Funcionalidades Principais

O protótipo possui dois botões: um para descer e outro para subir. O motor gira seu eixo conforme o botão pressionado; se estiver descendo, gira no sentido anti-horário, e se estiver subindo, no sentido horário. O sensor de força atua como uma balança para medir o peso no elevador. Se a carga for excessiva, um LED vermelho acenderá e o motor não funcionará, evitando acidentes. A tela LCD exibe informações, mostrando a quantidade de peso e avisando se está acima do limite ou adequado. Também, um sensor de movimento acrescenta uma camada extra de segurança: se detectar movimento, o LCD indicará a presença de movimento no elevador e o motor será travado, evitando possíveis incidentes. O principal objetivo é facilitar o transporte de materiais para locais elevados, promovendo mais segurança e praticidade na indústria e na construção civil. O objetivo é otimizar o transporte de materiais pesados, ajustando o motor conforme necessário e prevenindo sobrecargas com um sensor de força, integrando a um sensor de movimento para desligar o motor se detectar movimentação, garantindo segurança.

2.9 Desafios e Soluções

Um dos principais problemas enfrentados foi o funcionamento do motor com os botões, que às vezes não respondia, sendo esse um erro de software relacionado ao uso de if e else. A tela LCD também apresentava falhas por questões de programação. Assim, a maioria das dificuldades foi de código e sintaxe, sem muitos problemas de hardware. Também envolvendo a programação, a conversão de newtons para quilos no Tinkercad era imprecisa, dificultando a verificação do peso correto. As soluções encontradas foram revisar todo o código e utilizar ferramentas para correções, como ajuda do professor, tutoriais de arduino, estudando a linguagem C e dicas disponíveis no Tinkercad.

2.10 Testes e Resultados

Durante os testes no Tinkercad, o protótipo foi montado utilizando um arduino conectado a componentes como botões, LEDs, sensor de força e um motor para simular o movimento do elevador. Os botões controlavam a subida e descida da plataforma, enquanto o sensor de força monitorava o peso transportado, acionando um LED vermelho e bloqueando o motor em caso de sobrecarga. O display LCD exibiu o peso em Newtons, não era o que gostaríamos, e houve um enorme problema para resolvê-lo. No geral, embora o sistema tenha funcionado, houve dificuldades com a precisão na conversão de peso como dito e alguns problemas de resposta dos botões, que foram solucionados com ajustes no código e no circuito. Ao final, o protótipo se mostrou funcional, cumprindo os objetivos de segurança e eficiência.

2.11 Aplicações Futuras

Em uma escala real, o protótipo poderia incluir um sistema de transporte autônomo capaz de realizar entregas em construções, estabelecimentos de múltiplos andares e apartamentos, otimizado para diferentes contextos. Ele seria útil tanto em períodos de pandemia, como o COVID-19, quanto para facilitar a vida de idosos ou pessoas com mobilidade reduzida, eliminando a necessidade de descer escadas. Com recursos ilimitados, seria possível incorporar veículos autônomos com sensores avançados para navegação em terrenos irregulares e prédios sem elevadores, garantindo eficiência e acessibilidade em diferentes cenários.

3 PLANEJAMENTO E FERRAMENTAS DE OPERAÇÃO

3.1 Kanban (Trello)

O Trello foi utilizado brevemente pela equipe saber como se dividir para o artigo e montagem do projeto.



- <https://trello.com/invite/b/AzQHRv8M/ATTI0e29ca84ec2491c5f75cfcdd5ecdd36c5D5791896/projeto-iot>

3.2 Repositório no Github

O Github foi utilizado como forma parcial de colocar para publicarmos o projeto - Tinkercad - e parte do artigo ao público. Com a conclusão do projeto, todos os testes e protótipos estarão como parte do repositório.

- <https://github.com/Daniel-Ribeiro-c/Projeto>

4 CONCLUSÃO

O projeto apresentado mostra o desenvolvimento de um elevador de carga móvel utilizando tecnologias acessíveis, como o arduino, voltado para atender às demandas de transporte de materiais em canteiros de obras e indústrias. Através da criação de um protótipo funcional no Tinkercad, e mais tarde físico, foi possível demonstrar que o equipamento oferece uma solução eficaz para melhorar a eficiência operacional e aumentar a segurança no ambiente de trabalho. Durante o processo, foram superados desafios técnicos relacionados à programação e à

integração dos componentes, o que permitiu ajustes importantes para o funcionamento do sistema. Com os resultados obtidos nos testes, constatou-se que o protótipo pode, de fato, servir como uma alternativa das soluções convencionais, sendo principalmente de baixo custo. Dessa forma, o elevador de carga móvel tem o potencial de impactar positivamente o setor da construção, dando-lhes uma maior segurança para os trabalhadores e agilidade nas operações de transporte de materiais. O projeto ainda abre possibilidades para futuras melhorias, como a escalabilidade para sistemas autônomos e a utilização em diferentes cenários, consolidando-se como uma inovação promissora no mercado.

5 REFERÊNCIAS

- <https://iesab.com.br/elevadores-de-carga/#:~:text=KIT%20DE%20SEGURAN%C3%87A,Sensor%20anti%20Desmagamento>.
- <https://equibrasil.com.br/normas-seguranca-elevador-carga/>
- <https://www.segvidamg.com.br/seguranca-no-trabalho-de-transporte-de-carga-em-elevadores-a-cremalheira/#:~:text=%E2%80%93%20Verifique%20se%20h%C3%A1%20placas%20de,%2D4149%20%E2%80%93%20PN%20%E2%80%93%20MG>.
- <https://www.nivelartec.com.br/doca-movel-elevadores-carga>
- https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/12625/1/Elevador%2520de%2520Car%2520ga%2520M%25C3%25B3vel.pdf&ved=2ahUKEwjGsZqhuJiJAXVWILkGHWJPlyYQFnoECDQQAQ&usg=AOvVaw2k_38nU-kn30VJBw0Nznqu
- <https://www.protecprotecoes.com.br/post/como-a-falta-de-seguran%C3%A7a-afeta-a-constru%C3%A7%C3%A3o-civil-no-brasil#:~:text=Obras%20que%20n%C3%A3o%20fornecem%20o%20m%C3%ADnimo%20de,todo%20o%20Brasil.%20Os%20%C3%ADndices%20provam%20isso>.
- <https://jornal.usp.br/atualidades/construcao-civil-teve-mudanca-significativa-na-s-normas-de-seguranca-do-trabalho/#:~:text=Na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%2C%20os%20dados,el%C3%A9tricos%20e%20soterramento%20ou%20desmoronamento>.
- <https://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr11.htm#:~:text=NORMA%20REGULAMENTADORA%2011%20%2D%20NR%2011&text=11.1%20Norma>

[s%20de%20seguran%C3%A7a%20para,ou%20cancelas%20necess%C3%A1rias%20nos%20pavimentos.](#)

- [https://blog.otis.com.br/saiba-quais-sao-os-cuidados-ao-transportar-cargas-no-elevador/#:~:text=Aten%C3%A7%C3%A3o%20com%20sobrepeso%20de%20carga,pe%C3%A7as%20e%20desnivelamentos%20s%C3%A3o%20evitados](#)