

Centro Paula Souza  
ETEC Alfredo Barros Santos  
Técnico em mecânica

## **SENSOR PARA PORTA DE ÔNIBUS**

Ana Luisa Carvalho  
Beatriz Costa de Freitas  
Maria Eduarda Azevedo  
Mariana Germano Ribeiro

**Orientador:** Prof. Dr. Igor Alexandre Fioravante

**Resumo:** Acessibilidade constitui a facilidade, em distância, tempo e custo, em alcançar fisicamente os destinos desejados, encerrando a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades separadas. O desenvolvimento de um protótipo neste artigo científico tem como finalidade reduzir ao máximo os riscos de acidentes provocados pelo fechamento importuno das portas presentes no transporte público urbano, durante o desembarque dos passageiros. Foram aplicados dois sensores de barreira nas portas (sensor emissor e sensor receptor), no momento em que foram rompidos os feixes de infravermelho transmitidos de um sensor ao outro, automaticamente foi bloqueada a possibilidade de fechar as portas de desembarque pelo motorista do transporte. Apenas haverá possibilidade de o condutor do veículo fechar as portas quando os feixes de infravermelho não estiverem sendo rompidos por algum passageiro ou objeto do mesmo. Assim, nos momentos em que ocorrem o bloqueio da visão do motorista para as portas de saída, devido aos horários de alto movimento, poderá ser evitado acidentes no local. A metodologia utilizada foi dividida por etapas sendo elas, a pesquisa bibliográfica, delineamento na pesquisa qualitativa e protótipo, e os resultados obtidos alcançaram cumpriram com as expectativas.

**Palavras-chave:** Sensor de barreira. Portas automatizadas. Acidentes em portas de ônibus.

**Abstract:** *Accessibility constitutes the ease, in terms of distance, time and cost, of physically reaching the desired destinations, enclosing the effectiveness of the transport system in connecting separate locations. The development of a prototype in this scientific article aims to reduce as much as possible the risk of accidents caused by the intrusive closing of doors present in urban public transport, during passenger disembarkation. Two barrier sensors were applied to the doors (emitting sensor and receiving sensor), when the infrared beams transmitted from one sensor to the other were broken, the possibility of closing the disembarkation doors by the transport driver was automatically blocked. The driver of the vehicle will only be able to close the doors when the infrared beams are not being broken by any passenger or object in the vehicle. Thus, in times when the driver's view of the exit doors is blocked, due to busy times, accidents on site can be avoided. The methodology used was divided into stages, namely bibliographical research, qualitative research design and prototype, and the results obtained met expectations.*

**Keywords:** *Barrier sensor. Automated doors. Bus door accidents.*

## **1 Introdução**

Desde muito anos os ônibus vêm apresentando baixa qualidade, principalmente entre as cidades de menores recursos. Alguns governos municipais já tentaram tomar algumas medidas, afim de solucionar este problema, porém não obtiveram muito sucesso, e até hoje a população vêm sofrendo as consequências. Além desses impasses implicarem na sociedade, afeta também a economia de uma determinada região.

Um público que sofre muito com a necessidade do transporte coletivo, é o idoso. É importante observar que a maior parte dos ônibus não atende às necessidades desse grupo, que acaba sofrendo os acidentes decorridos por este fator e pela falta de atenção do motorista ao praticar o fechamento das portas do veículo no momento errado, principalmente quando o mesmo está na ausência de um cobrador.

Um dos motivos se dá pelo excesso de usuários, ocasionando dificuldades no desembarque de passageiros e, por conta disso, o fechamento antecipado das portas do ônibus causa algumas vezes transtorno ou até mesmo acidentes, havendo casos do fechamento das portas com os passageiros ainda nos degraus.

O motorista fica impossibilitado de visualizar os passageiros que estão nos degraus por conta da lotação do ônibus, fazendo com que ele manuseie o mecanismo de abrir e fechar a porta do transporte coletivo sem que consiga visualizar a existência de passageiros nos degraus das portas.

A Constituição Federal do Brasil de 1988 (Art.30, V) diz que o transporte coletivo é um dos serviços essenciais à população. Os ônibus municipais e intermunicipais representam 24% do total de viagens realizadas, com 44,7% do total da distância percorrida e 27% da energia consumida. Em cidades menores, o transporte coletivo responde por 19%, enquanto nas maiores o percentual chega a 26%.

Segundo um estudo baseado na Pesquisa Origem e Destino 2017 do Metro, feito pela Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, publicado em janeiro de 2020, a maioria dos idosos da capital paulista se locomovem na cidade por motivo de trabalho, por meio de ônibus e metrô.

16,9% dos idosos se locomovem para a realização de compras, 16,2% para resolver assuntos pessoais. 15,5% vão a uma consulta com dentista ou médico, 10,4% sai para recreação, lazer ou visitas, 5,2% para estudar, 1,5% sai para fazer uma refeição e 0,1% vai em busca de empregabilidade.

O número de pessoas com 60 anos ou mais na cidade, em 2017, é de 2.661.357, deste número, 38,6% utiliza o transporte individual para se locomover, como por exemplo carros e motos.

Apesar de ser a grande maioria, é um número muito próximo da quantidade de pessoas que utiliza o transporte público coletivo motorizado, 38,2% do número de idosos.

É de extrema importância lembrar que, a maior parte dos ônibus no Brasil não atende às necessidades do grupo de usuários que estão em discussão, e o número de acidentes decorrentes pela ausência da atenção dos motoristas são grandes, ocasionando quedas de idosos dentro dos ônibus, justamente pela superlotação do veículo de transporte ou até mesmo pelo fechamento inesperado das portas do veículo. Nas cidades brasileiras, os indivíduos que utilizam de transporte público se deparam com uma grande dificuldade ao usufruir dos ônibus.

Uma das razões se dá pelo excesso de usuários, causando dificuldades no desembarque de passageiros e, por este fato, o fechamento antecipado das portas do ônibus causa algumas vezes transtorno ou até mesmo acidentes, em alguns casos do fechamento das portas com os passageiros ainda nos degraus.

Segundo a jornalista Maria Jessyca Queiroz, ocorreu um acidente no estado de Goiânia, o qual uma passageira de 68 anos foi encaminhada ao hospital após ter o braço preso em porta de ônibus ao tentar entrar no veículo.

A Metrobus, responsável pelo Eixo Anhanguera, revelou que a equipe que auxilia nos terminais e plataformas acompanhou o caso até que a passageira fosse atendida e levada ao Crof pelo Corpo de Bombeiros, para a realização do exame de raios X. Disse também que os veículos apresentam aviso sonoro, a fim de alertar o momento de fechamento das portas, porém não esclareceu o acidente.

O jornal Bom dia São Paulo publicou o acidente com Dona Lenita, uma senhora de 72 anos que ao desembarcar do ônibus ficou com a mão presa enquanto a porta se fechava e o motorista prosseguia com o veículo carregando a idosa presa na porta. Durante o ocorrido, o marido de Dona Lenita estava presente no ônibus pretendendo descer do automóvel logo após sua esposa, e entrou em desespero ao ver a cena de sua mulher detida na porta, os passageiros começaram a gritar alertando ao motorista, então ele logo parou o carro para que eles descessem, e depois retomou a viagem como se nada tivesse ocorrido, o que foi uma atitude inadmissível.

## **2 Desenvolvimento**

### **2.1.1 Fundamentação Teórica**

A constituição deste trabalho de conclusão propõe um meio de amenizar eventualidades que poderiam ser evitadas, baseadas na automatização das portas dos veículos públicos. A viabilidade e confiabilidade dessa criação podem ser comprovadas a partir de outros documentos similares.

### **2.1.2. História e importância do transporte público**

O transporte público começou em Paris em 1662. Porém, como havia um grande número de pessoas e não havia meio de transporte, as viagens eram feitas apenas a pé e para resolver o problema dessas pessoas. Pascal, um dos maiores pensadores da humanidade desenvolveu um sistema de transporte urbano usando carruagens com rotas, tarifas e horários regulares.

Pascal era um grande pensador. Ele conseguiu enxergar, já naquela época, que para uma cidade progredir é necessário resolver o problema de mobilidade urbana (GALHARDI, 1808).

De acordo com Gvbus (2023), durante algum tempo este sistema funcionou bem, mas devido a problemas administrativos este meio de transporte não pôde permanecer o mesmo. Na Europa, depois de algum tempo, este meio de transporte tornou-se muito popular. No Brasil, o transporte acabou se tornando popular entre os Tupiniquins. A chegada da família real ao Brasil em 1808 instituiu a cerimônia do “beija-mão”, durante a qual os súditos compareciam à corte para agradecer ao rei que chegava de Portugal. Porém, a distância a percorrer era muito grande e para resolver este problema, em 18 de agosto de 1817, D. João VI assinou um decreto que permitia aos empregados utilizar os serviços de transporte em distâncias próximas das da família real.

No Brasil, os primeiros ônibus começaram a operar no Rio de Janeiro em 1908, tornando-se o principal meio de transporte público da época. A popularização não para por aí, cria-se então o BRT, um meio de transporte tão ágil e eficiente quanto o metrô, mas com menores custos de implantação.

Infelizmente, o Brasil negligencia e não cria políticas públicas para melhorar o transporte público, levando a diversos fatores que podem indicar má gestão nesta área. O Brasil está atrás de outros países nesse quesito.

Os transportes públicos têm uma importância imensa em nossa sociedade. Além de serem um direito fundamental garantido pela legislação brasileira. Em termos de impacto ambiental, uma pesquisa conduzida pelo Instituto de Pesquisa Econômica (IPEA) revelou que o transporte público polui 19 vezes menos do que motocicletas e oito vezes menos do que carros. O uso de transporte público é adotado por cerca de 8,3 milhões de pessoas, sendo que 54,3% utilizam para ir ao trabalho e 20,6% para estudo. Isso ocorre porque o preço é mais acessível quando comparado a táxis ou carros de aplicativo, sendo assim muitas pessoas optam pelos transportes coletivos.

### **2.1.3 Pesquisas em projetos semelhantes**

O projeto foi baseado no artigo de TCC “Solução inteligente para redução de acidentes com usuários dos ônibus urbanos”. FARIAS, E, J.; SANTOS, B, V.; SANTOS, P, W.; COELHO, T, M.; JUNIOR, M, E.; QUINTINO, F, L.; PIAZZA, A, C.; (2016), o projeto em questão tem o intuito de diminuir acidentes causados por pressões nas portas de ônibus, o tal faz a utilização de um sensor de fibra óptica e o sistema pneumático para a concretização do protótipo. Os resultados foram satisfatórios, de modo que o sensor ativado não deixará a porta se fechar enquanto ele estiver detectando presença, dessa forma, impedindo um incidente.

É notória a semelhança do projeto acima em relação a este projeto, além disso, a utilização do mesmo sensor e partes pneumáticas tornam este trabalho mais realizável. Num outro arquivo encontrado, segundo NETO, L, .; SOUZA, A, B.; RIBEIRO, K, J.(2014), este estudo visa criar um bloqueio de portas por meio de um sensor ultrassônico. A programação deste projeto é articulada pelo Arduino, possibilitando a criação de códigos e funções. Portanto, o sensor irá somente detectar a presença de algo, obedecendo ao que lhe foi programado, podendo fechar ou não as portas.

Como dito, este projeto foi criado com o objetivo de prevenir incidentes dentro das locomoções públicas. O protótipo consiste na aplicação de um sensor de barreira nas extremidades da porta do ônibus, de tal modo que detecte a presença humana através de uma luz infravermelha, a qual impedirá o fechamento das portas, consequentemente evitando tais tragédias.

### **2.1.4 Automação**

#### **2.1.4.1 História e importância**

Conforme a Redação Murrelektronik (2018) evidentemente, junto aos tempos da tecnologia, surgiram os sistemas automatizados industriais. A partir do século XX, momento marcado por inúmeros avanços tecnológicos, com a criação de computadores e até mesmo a substituição do homem pelo desenvolvimento da ciência técnica. Juntamente com tais avanços está a automação, intimamente ligada a evolução da computação.

Os primeiros ideais ligados à modernização destes processos industriais foram despertados em 1950, período no qual as primeiras movimentações de mecanismos automaticamente foram notadas.

A automação industrial transformou a maneira como atividades cotidianas, como fechar portas e controlar temperatura, são realizadas automaticamente, eliminando a necessidade de intervenção humana constante. Esse avanço começou na primeira revolução industrial no século XVIII, com a introdução de teares e máquinas a vapor na Inglaterra. A segunda revolução

trouxe a eletricidade para a produção, e a terceira revolução aproximou os computadores do processo produtivo no século XX.

Na atual Indústria 4.0, a automação industrial é marcada por mudanças significativas nas relações de produção, incorporando a internet e redefinindo o papel da mão de obra humana. O desenvolvimento da automação começou no século XX com os primeiros robôs criados por George Devol em 1954, substituindo a mão de obra humana no transporte de materiais. Posteriormente, máquinas da General Motors foram desenvolvidas para a soldagem de carrocerias. Essas inovações continuam, especialmente nas áreas de robótica, engenharia mecânica, controle e automação, tecnologia da informação e comunicação, visando aumentar a produtividade, reduzir custos de produção e minimizar perdas e falhas no ciclo produtivo.

### **2.1.5 Portas automatizadas**

As portas automáticas existem há quase meio século. Com o passar do tempo, essas portas se tornaram cada vez mais tecnologicamente avançadas. Todas as portas automáticas, independentemente de seu tipo ou design, são equipadas com sensores que ajudam a acionar a abertura/fechamento das portas quando necessário. Infelizmente diversas vezes ocorrem acidentes constantes com as portas automatizadas, segundo uma reportagem publicada pelo portal Metrôpoles “bebê de 1 ano morre após ser esmagado em porta automática, a criança chegou a ser levada para o hospital, mas os danos ocasionados na cabeça do bebê foram muitos” (METRÓPOLES, 2018). Alguns tipos de portas automatizadas existentes, são:

**Deslizantes:** FERNANDES, Isaias (2021, p.10), esse tipo de porta é fundamental em hospitais, aeroportos, shoppings e hotéis.

Imagem 1: Porta automática deslizante



Fonte: Designer Glass

**Pivotantes (ou com batente):** Em conformidade com Vipdoor ([s.d]), elas podem ser de madeira, vidro e alumínio. São muito utilizadas em centros cirúrgicos, hospitais, restaurantes e clínicas.

Imagem 2: Porta automática pivotante



Fonte: LMP – Portas automáticas

**Telescópicas:** Consoante Vipdoor ([s.d]), elas são ideais para ambientes onde há necessidade de um vão de passagem maior que uma porta deslizante não telescópica, muito comum em lojas e shoppings, corredores de hospitais, entradas de hotéis, etc.

Imagem 3: Porta automática telescópica



Fonte: Doormatic portas automatizadas

**Emergência (anti-pânico):** “fundamental para oferecer mais segurança nas entradas e saídas de estádios de futebol, cinemas, teatros, shoppings, aeroportos, casas de shows, centros esportivos e outros locais de grande circulação de pessoas” (Vipdoor, [s.d])

Imagem 6: Porta automática de emergência



Fonte: Red Portas

### 2.1.6 Sensores

Segundo Engery painéis elétricos (2017), atualmente são inúmeros os tipos de sensores existentes. Os sensores fotoelétricos detectam, em específico, produtos e elementos de máquinas automáticas, eles são geralmente utilizados instalados em equipamentos de controle com o objetivo de oferecerem informações da produção. Os de fibra óptica, por sua vez, são compostos por fotosensores ou por barreira, e respondem a comandos no intuito de identificar marca, distância, contrate, material, etc.



Sensores a laser têm maior sensibilidade e precisão, portanto, possuem estrutura tubular e com alta resolução. Os ultrassônicos portam transmissores que detectam formas e objetos, consegue identificar, sem contato, a altura, a curvatura e o enchimento de itens diversos.

E, finalmente, os sensores transdutores lineares, que são um tanto resistentes, podendo ser inserido em ambientes instáveis, como os contaminantes ou com poeira, prolongando a vida útil do equipamento. Este tipo de equipamento também possui alta resistência mecânica.

O sensor selecionado para este protótipo foi o de barreira, por se enquadrar corretamente nas necessidades do projeto. Além deste equipamento, também foi utilizado parte pneumática, responsável pela simulação do abrir e fechar das portas.

Imagem 7: Sensor óptico de barreira



Fonte: Mercado Livre

### **2.1.7 Pneumática**

Para Mtibrasil ([s.d]), a pneumática é uma área que busca estudar o uso de gases ou ar pressurizado. Dessa maneira conseguimos observar lá em diversas áreas, principalmente nas indústrias. Para funcionar o esquema é necessário a utilização de um compressor para o ar.

#### **2.1.6.1 Definição**

De acordo com Mtibrasil ([s.d]), um sistema pneumático pode ser controlado por válvulas manuais ou solenoides. Atualmente conseguimos perceber que a pneumática normalmente é uma opção barata e segura do que opções elétricas ou até mesmo hidráulicas. Existem diferentes componentes pneumáticos e podem ser divididos dessa maneira:

- Cilindro pneumático: utiliza ar comprimido para executar suas devidas funções
- Válvula pneumática: controla a direção do ar comprimido
- Conexões pneumáticas: diversos tipos de conexões para interligar os componentes pneumáticos entre si com condutores.

Imagem 8: componentes pneumáticos



Fonte: MTiBrasil

### 2.1.7 Cilindro pneumático de dupla ação

Um cilindro pneumático de dupla ação é um componente do sistema usado para converter ar comprimido em um movimento ou força. Juntamente ou não de válvulas. O cilindro pneumático de dupla ação é uma opção relativamente mais simples e barata. O cilindro possui uma facilidade para efetuar sua devida limpeza e fácil instalação, dessa forma consegue utilizá-lo em variadas produções (MTIBRASIL, [s.d]).

### 2.1.8 Válvula reguladora de fluxo

Uma válvula reguladora de fluxo tem como principal objetivo controlar a velocidade de passagem do ar comprimido por um orifício, possui diversas aplicações, e a principal delas é utilizar para controlar a velocidade de atuação de um cilindro (MTIBRASIL, [s.d]).

### 2.1.9 Aplicação no projeto

O cilindro pneumático de dupla ação tem capacidade de diversas tarefas, é utilizada no presente projeto com o principal objetivo de utilizar o ar comprimido para realizar o protótipo da porta de ônibus. A válvula reguladora de fluxo também será utilizada em nosso projeto, e será como finalidade controlar a velocidade de atuação de um cilindro pneumático de dupla ação (MTIBRASIL, [s.d]).

Imagem 9: válvulas reguladoras de fluxo e pressão

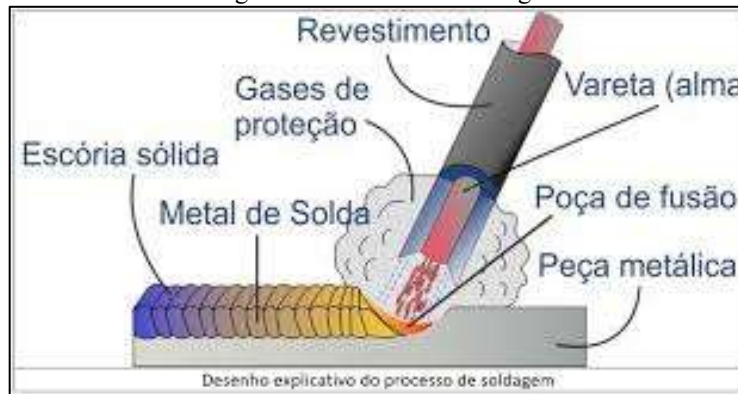


Fonte: MTiBrasil

### 2.1.10 Soldagem

Para 'WAINER-1992 (adaptado)' Soldagem pode ser definida o processo de união entre duas partes metálicas, com a utilização de uma fonte de calor, aplicando-se ou não pressão. A definição de soldagem segundo a AWS (Sociedade Americana de Soldagem): "é um processo de junção de materiais metais e não metais, fundada pelo aquecimento até uma temperatura adequada, tendo ou não pressão e/ou adição de material, como ocorre na solda a gás acetileno e gás oxigênio.

Imagem 10: Processo de soldagem



Fonte: Heavyduty

### 2.1.11 Soldagem com eletrodo revestido

Processo também conhecido como SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), suas principais aplicações são realizadas na montagem e fabricações de estruturas metálicas, na indústria de petróleo e gás, além de ser utilizado também em serralherias e trabalhos artísticos que são aplicações menores. Praticamente, quase todos materiais metálicos podem ser soldados com eletrodos revestidos.

A solda com eletrodo revestido consta em sustentar um arco elétrico entre duas partes metálicas, sendo o metal-base da peça e a extremidade do eletrodo metálico revestido, que serão fundidos pelo calor causado pelo arco.

Segundo o especialista em processos e aplicação da soldagem, Jeferson Godinho, esse tipo de processo admite todas as posições de soldagem, tanto plana como sobre a cabeça, horizontal, vertical ascendente ou descendente, etc.

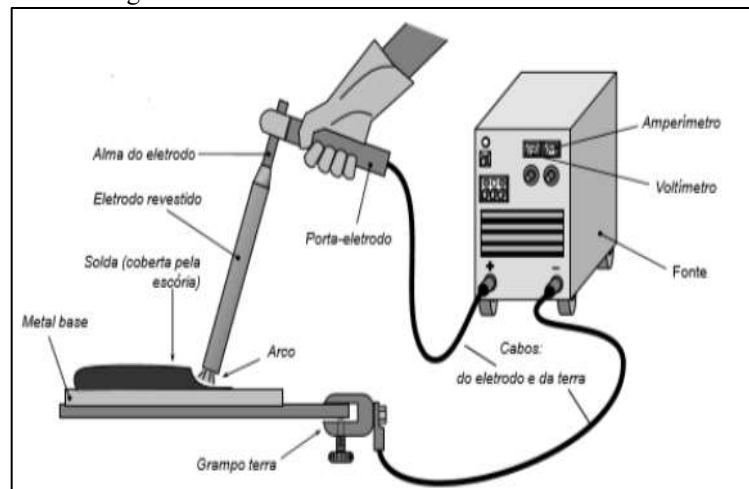
“Além disso, a soldagem por eletrodo revestido não depende de gases externos de proteção, utiliza apenas os gases que são gerados pelo revestimento do eletrodo. Isso facilita a realização de trabalhos ao ar livre, mesmo em condições climáticas adversas, como vento ou chuva, e permite inclusive a soldagem subaquática”, diz Jeferson (USINAGEM BRASIL, 2021).

Conforme Usinagem Brasil (2021), algumas de suas vantagens são:

- Manuseamento fácil
- Pode ser aplicado: debaixo d' água, ao ar livre e na oficina
- Baixo custo
- Quase todos os materiais metálicos podem ser soldados

Máquina Utilizada Para a Soldagem do Protótipo

Imagem 11: Solda a arco elétrico com eletrodo revestido



Fonte: Carbografite

### 2.1.12 Aplicação no projeto

O Metalon não é considerado um material e sim um tubo composto de aço carbono comum, com formato quadrado ou retangular. Ele é tão utilizado por possuir boa soldabilidade, ser versátil, resistente, além disso ser fácil de encontrar e acessível. Dessa forma, utilizaremos o material para a realização de um suporte para a criação de um protótipo de uma porta de ônibus. A solda utilizada será a arco elétrico com eletrodo revestido a qual é a mais recomendada para esse tipo de material.

## **2.2 Metodologia**

Tem como objetivo mostrar a forma que utilizamos para a realização do nosso projeto, todos os métodos utilizados e que maneira o utilizamos. É necessariamente fornecer um processo estruturado para alcançar um objetivo geral.

### **2.2.1 Tipo de Pesquisa**

Para obter respostas e resultados acerca da problemática localizada, será feita uma análise através de três métodos, a revisão bibliográfica que pode ser definida como o principal tipo de pesquisa, que busca compreender e analisar artigos sobre esse mesmo tema e além disso sobre especialista nessa área para o melhor aproveitamento e melhor funcionalidade do projeto. Nessa perspectiva duas definições para pesquisa bibliográfica foram encontradas, para Antônio Joaquim Severino, ela é realizada a partir do:

[...] registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utilizam-se dados de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados.

Segundo Marina de Andrade Marconi e Eva Maria Lakatos:

[...] a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita.

### **2.2.2 Pesquisa qualitativa**

Ademais, o estudo terá um aprofundamento na abordagem qualitativa, a qual busca compreender e interpretar fenômeno sociais que não precisam de dados numéricos. Gil (1999) menciona que

[...] a pesquisa qualitativa é subjetiva ao objeto de estudo, ergue-se sobre a dinâmica e abordagem do problema pesquisado e visa descrever e decodificar de forma interpretativa os componentes de um sistema complexo.

Outrossim segundo LAKATOS consiste:

na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los (LAKATOS; MARCONI, 2010).

Como a entrevista que realizamos de forma virtual, os dados os quais conseguiremos observar o que precisamos fazer para que o projeto seja executado da melhor forma possível, para realizar o levantamento de dados, utilizamos o Forms, que consiste em um formulário com diversas perguntas com o objetivo de chegar em um determinado alvo, aproximadamente 30 pessoas contribuíram para essa pesquisa e conseguimos observar qual era a maior problemática localizada no interior de São Paulo, com os veículos urbanos.

### 2.2.3 Protótipo

Além disso com os dados a serem discutidos e analisados é possível entender a importância da pesquisa quantitativa do projeto, além disso o quanto essa problemática está enfatizada na cidade, dessa forma é necessário a intervenção do protótipo para que mostre uma realidade diferente da qual é presenciada atualmente. Para a estrutura foi criado um protótipo eletropneumático para simulação do problema, que visa assegurar o desembarque dos passageiros de ônibus. Posicionou-se um sensor de barreira que identificará a presença de pessoas, evitando o controle do motorista para fechar a porta indevidamente nessa pessoa e excluindo qualquer tipo de acidente, garantindo a segurança dos usuários do transporte. Para o desenvolvimento foi utilizada uma chapa de Metalon quadrado 30x30 com 1,20 mm. Para fixar a porta de acrílico, conforme pode ser observado. A chapa que será utilizada na estrutura possui 65cm de largura por 20 cm com 1,20 mm

O protótipo pode ser definido como:

Pearrow (2000) afirma que um protótipo é um modelo semi-funcional do produto final. Usar uma versão parcialmente finalizada do site é uma maneira comum de realizar testes de usabilidade já nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto.

### 2.3 Desenvolvimento do Projeto

Neste capítulo será abordado todos os passos do desenvolvimento do protótipo, por meio de imagens evidenciando as técnicas e processos utilizados a fim de atingir o objetivo final. Abaixo na Tabela 1, segue a lista de materiais utilizados e o orçamento do projeto.

Tabela 1: Lista de materiais e orçamento

<b>Materiais</b>	<b>Preço</b>	<b>Quantidade</b>
Tubo Metalon Quadrado Galvanizada 1,20mm	59,34	1 com 6 metros
Acrílico 20x30	99,96	2
Chapa quadrada 3mm	72,00	1
Sensor de barreira	67,98	1
Cilindro pneumático dupla ação	Cedido pela instituição	2
Válvula reguladora de fluxo	Cedida pela instituição	1
Mangueiras pneumáticas	Cedida pela Instituição	4 ou mais
Eletrodo revestido	Cedido pela instituição	5 ou mais
Arruela	2,00	4

Parafusos	10,00	6
Terminal rotular	31,00	2
Braçadeira	12,00	4
Tinta spray preta	22,89	1

Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Durante a construção do projeto, foram realizados os seguintes processos:

Imagem 12: Marcação na base em que foi soldada a estrutura



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Imagem 13: Corte do metalon utilizado para a estrutura da porta



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Imagem 14: Solda da estrutura



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

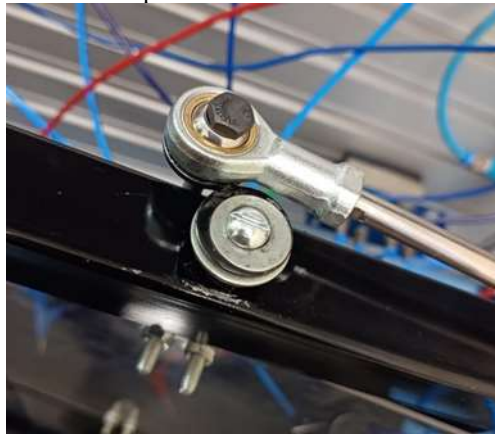
As imagens 15,16, 17 e 18, apresentam peças e materiais utilizados no projetos e a montagem do sistema pneumático e elétrico para seu funcionamento.

Imagem 15: braçadeiras utilizadas no acrílico



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

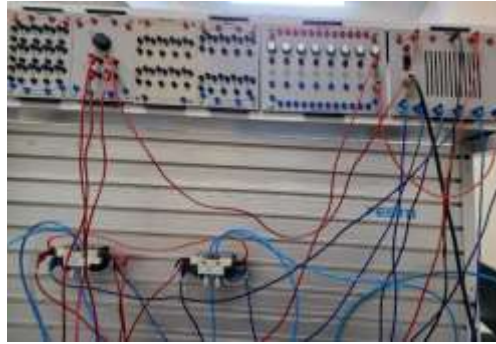
Imagem 16: posicionamento do cilindro pneumático utilizando o terminal rotular, as arruelas e o pino.



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

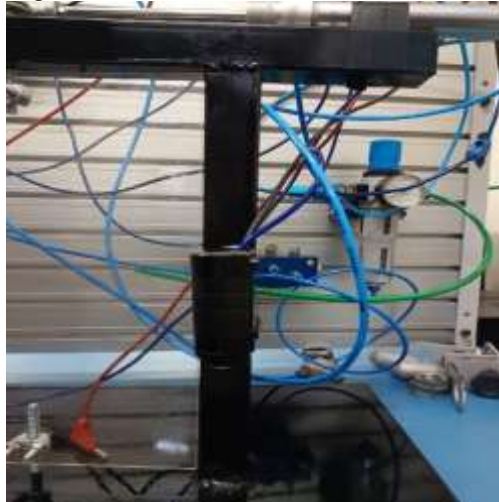


Imagem 17: Montagem no painel, do sistema pneumático e elétrico.



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Imagem 18: Posicionamento do sensor de barreira

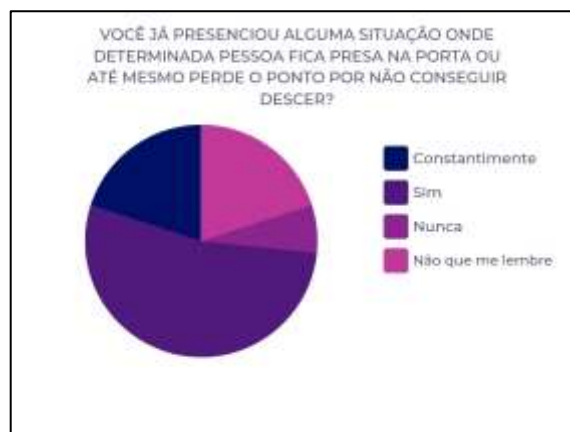


Fonte: Dos próprios autores, 2023.

## 2.4 Resultados alcançados e discussão

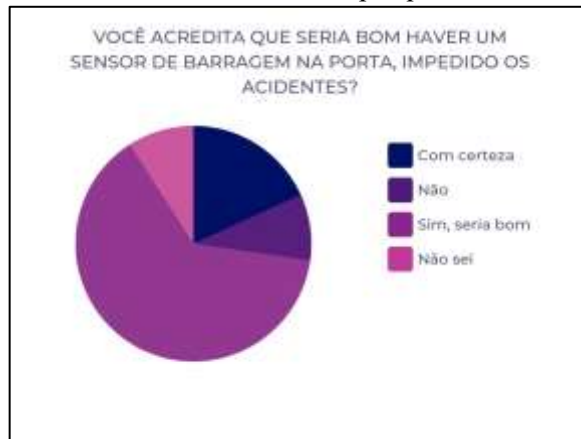
Tendo em vista as informações e trabalhos realizados neste projeto, pode-se notar a relevância de tal protótipo de maneira prática. Dessa forma, para que fosse comprovada sua importância na sociedade atual, realizou-se uma pesquisa de campo, indicando os resultados nos Gráficos 1,2 e 3.

Gráfico 1: Resultado pesquisa 1



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Gráfico 2: Resultado pesquisa 2



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Gráfico 3: Resultado pesquisa 3

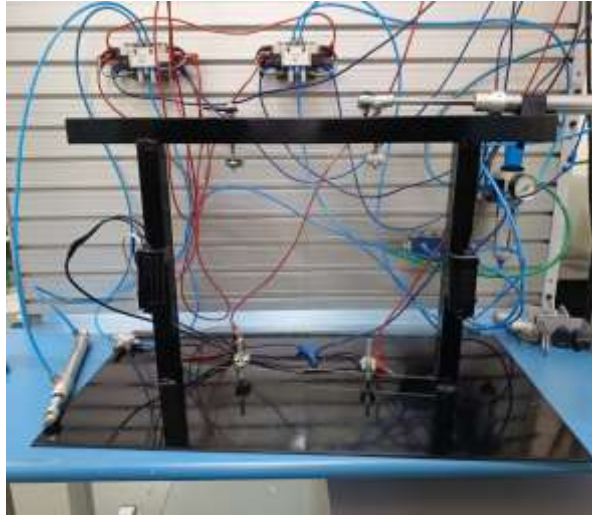


Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Os gráficos comprovam a significância da realização do projeto para a sociedade, logo, a efetividade desta criação virá a ajudar diversos municípios dependentes do transporte público, sobretudo, o ônibus.

O sensor, se aplicado similarmente ao protótipo em um veículo público, certamente evitará os acidentes por prensão por entre as portas. Ademais, esta iniciativa beneficiará as agências de ônibus, dispensando a necessidade de cobradores e otimizará aqueles que já não tem.

Imagem 19: Projeto finalizado



Fonte: Dos próprios autores, 2023.

Por meio do protótipo, é possível notar que os resultados obtidos cumprem com o objetivo inicial do projeto, visto que o sensor juntamente com os sistemas pneumáticos e elétricos contribui para um menor número de incidentes ocorrentes durante o desembarque de passageiros dos ônibus.

### **3 Considerações Finais**

Com o encerramento do projeto, conclui-se que durante o processo de realização do mesmo, foram analisados acidentes envolvendo passageiros presos nas portas de ônibus, por fim, apresentava a finalidade de evitá-los e seu objetivo foi alcançado, haja vista que contribuiu para a sociedade, evitando os incidentes constantes sofridos pelos passageiros, com o auxílio do sensor para porta de ônibus.

### **Referências**

BLOG GAREN. Porta automática: saiba tudo sobre ela e 7 modelos para se inspirar, 2019.

Disponível em:

<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-e-qual-as-suas-aplicacoes/#:~:text=Sensor%3A%20O%20que%20%C3%A9%3F,%2C%20movimento%2C%20luz%20e%20outros>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ENEREY. Tipos e aplicações de sensores na indústria, 2017. Disponível em:

<https://www.enerrey.com.br/blog/tipos-e-aplicacoes-de-sensores-na-industria> Acesso em: 15 jul. 2023.

FARIAS, E, J.; SANTOS, B, V.; SANTOS, P, W.; COELHO, T, M.; JUNIOR, M, E.; QUINTINO, F, L.; PIAZZA, A, C. Solução inteligente para a redução de acidentes com

usuários de ônibus urbanos. **Faculdade de tecnologia Carlos Drummond de Andrade**, São Paulo, p. 1-4, 2016.

FERNANDES, Isaias; MARTINS, Bianca. Sequência didática sobre o efeito fotoelétrico baseado nos três momentos pedagógicos. **Universidade federal do Acre**, Acre, p.10, 2021.

G1 GLOBO. Em três dias, mais uma pessoa morre e outras duas ficam feridas em atropelamentos por ônibus na cidade de SP, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2023/03/21/em-tres-dias-mais-uma-pessoa-morre-e-outras-duas-feridas-em-atropelamentos-por-onibus-na-cidade-de-sp.ghtml> Acesso: 22 set.2023.

KALATEC AUTOMAÇÃO. Tipos de sensores: quais são eles e como aplica-los na indústria, 2023. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/tipos-sensores-industriais/> Acesso em: 12 jun. 2023.

MTIBRASIL.Cilindro pneumático de dupla ação. Disponível em: <https://www.mtibrasil.com.br/valvula-pneumatica.php> Acesso:17 agosto.2023.

MUNDO DA ELÉTRICA. O que são sensores e quais suas aplicações, 2023. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-e-quais-as-suas-aplicacoes/#:~:text=Sensor%3A%20O%20que%20%C3%A9%3F,%2C%20movimento%2C%20luz%20e%20outros.> Acesso em: 30 mar. 2023.

NETO, L, A.; SOUZA, A, B.; RIBEIRO, K, J. Bloqueio das portas de ônibus através do sensor ultrassônico. **Mostra de ciências e tecnologia**, Rio Grande do Norte, p.1, 2014.

O POPULAR. Passageira é encaminhada para hospital após ter o braço preso em porta de ônibus, em Goiânia, 2019. Disponível em: <https://opopular.com.br/cidades/passageira-e-encaminhada-para-hospital-apos-ter-o-braco-presos-em-porta-de-onibus-em-goiania-1.1740767> Acesso: 19 ago.2023.

RTI AUTOMAÇÃO. Os principais tipos de sensores e suas aplicações na indústria, 2018. Disponível em: <https://www.rtiautomacao.com.br/os-principais-tipos-de-sensores-e-suas-aplicacoes-na-industria/> Acesso em: 22 jun. 2023.

SP URBANUSS. Maioria dos idosos em São Paulo se locomove a trabalho e 38,2% utiliza transporte coletivo, 2020. Disponível em: <https://www.spurbanuss.com.br/comunicacao/visualizar/clipping/maioria-dos-idosos-em-sao-paulo-se-locomove-a-trabalho-e-382-utiliza-transporte-coletivo> Acesso: 20 mai.2023.

SUMMIT MOBILIDADE. Qual é o meio de transporte mais usado no Brasil, 2022. Disponível em: <https://summitmobilidade.estadao.com.br/ir-e-vir-no-mundo/qual-e-o-meio-de-transporte-mais-usado-no-brasil/> Acesso: 26 jul.2023.

USINAGEM BRASIL. O que é soldagem com eletrodo revestido, 2021. Disponível em: <https://www.usinagem-brasil.com.br/16135-o-que-e-soldagem-com-eletrodo-revestido/>. Acesso em: 28 out. 2023.

VIPDOOR. Portas automáticas, [s.d]. Disponível em: <https://vipdoor.com.br/portas-automaticas/>. Acesso em: 08 nov. 2023.