



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE

**MAELI LIBNIELLY SERAFIM DOS SANTOS
RAISSA MONTEIRO DA SILVA**

**SISTEMA DE SEGURANÇA PARA EVITAR ACIDENTES COM USUÁRIOS
NO DESEMBARQUE DOS ÔNIBUS URBANOS ATRAVÉS DO BLOQUEIO
DA PORTA E PARTIDA DO VEÍCULO**

CANGUARETAMA

2019

**MAELI LINIELLY SERAFIM DOS SANTOS
RAISSA MONTEIRO DA SILVA**

**SISTEMA DE SEGURANÇA PARA EVITAR ACIDENTES COM USUÁRIOS
NO DESEMBARQUE DOS ÔNIBUS URBANOS ATRAVÉS DO BLOQUEIO
DA PORTA E PARTIDA DO VEÍCULO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: Me. VALBERIO
GONZAGA DE ARAUJO

CANGUARETAMA

2019

**MAELI LIBNIELLY SERAFIM DOS SANTOS
RAISSA MONTEIRO DA SILVA**

**SISTEMA DE SEGURANÇA PARA EVITAR ACIDENTES COM USUÁRIOS
NO DESEMBARQUE DOS ÔNIBUS URBANOS ATRAVÉS DO BLOQUEIO
DA PORTA E PARTIDA DO VEÍCULO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Informática do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio Grande do Norte, em
cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do
título de Técnico em Informática.

Aprovado em: ___/___/___

Banca Examinadora

Me. Valbério Gonzaga de Araújo - Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Me. Edson Anibal de Macedo Reis Batista - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Esp. Evantuy de Oliveira - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

RESUMO

No Brasil, identificam-se muitos acidentes causados a usuários de transportes coletivos durante o fechamento da porta de desembarque. Infelizmente, nos últimos anos, muitas ações judiciais estão sendo registradas nos fóruns de justiça contra as empresas de transportes urbanos, movidas por pessoas que foram vítimas desses acidentes. Na maioria dos casos, os acidentes acontecem no momento em que os usuários vão desembarcar e o condutor do veículo, por não ter uma boa visibilidade da porta de desembarque, acaba fechando-a e prensando os usuários, causando vários acidentes e muitos deles sendo graves. Portanto, o presente trabalho apresenta um sistema de intertravamento que impede o condutor do veículo de fechar a porta do ônibus no momento de desembarque dos usuários, evitando assim acidentes leves ou mesmo fatais. O sistema objetiva o bloqueio das portas, assim como o bloqueio das rodas dos ônibus através do freio auxiliar “maneco”, impedindo que o ônibus entre em movimento. Um protótipo utilizando a prototipagem Arduino foi desenvolvido para que simulações comprovassem a eficácia do sistema.

Palavras-chave: Automação. Arduino. Segurança. Veículo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ônibus Coletivo.....	10
Figura 2- Freio de Estacionamento	11
Figura 3- Arduino MEGA 2560	12
Figura 4- Ambiente de programação do Arduino.....	13
Figura 5- Sensor HC-SR04	14
Figura 6- Display LCD 20x4	15
Figura 7 - Servo Motor 9g SG90 TowerPro	15
Figura 8- Diagrama do Projeto	16
Figura 9- Placa Arduino Mega 2560	17
Figura 10- Sensor Ultrassônico	18
Figura 11- Servo Motor	19
Figura 12- Sensor Indutivo	19
Figura 13- Simulador do Ônibus.....	20
Figura 14- Drive de Potência.....	20
Figura 15- Display LCD	21
Figura 16- Placa I2C	22
Figura 17- Módulo de Led's indicadores	22
Figura 18- Código do Sistema.....	23
Figura 19- Teste Experimental nº 1	23
Figura 20- Teste Experimental nº 2.....	24
Figura 21- Projeto Final	24
Figura 22- Led indicando porta fechada	25
Figura 23- Led indicando porta aberta e freio auxiliar bloqueado.....	26
Figura 24 - Led indicando porta fechada e ônibus em movimento	26
Figura 25- Led indicando porta fechada e ônibus em movimento	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Veículo de transporte coletivo	10
2.2 Registros de acidentes em ônibus urbanos.....	11
2.3 Sistema de freio de estacionamento	11
2.4 Prototipagem Arduino.....	12
2.4.1 Hardware do Arduino	12
2.4.2 Programação.....	13
2.4.3 Sensor ultrassônico.....	14
2.4.4 Display LCD	14
2.4.5 Servo motor.....	15
3. METODOLOGIA	16
3.1 Dispositivos eletrônicos utilizados no projeto	17
3.1.1 Placa de controle arduinomega 2560.....	17
3.1.2 Sensor de presença do usuário na porta	17
3.1.3 Servo motor para acionamento da porta	18
3.1.4 Sensor indutivo detecção de porta aberta.....	19
3.1.5 Motor cc para simulação do acionamento do ônibus	20
3.1.6 Drive de potência para acionamento do motor cc	20
3.1.7 Display lcd 20x4 para indicação de mensagens	21
3.1.8 Placa de comunicação i2c.....	21
3.1.9 Led's indicadores visuais	22
3.2 Desenvolvimento do software de controle.....	22
3.3 Montagem do protótipo.....	23
3.4 Montagem final.....	24
4. ANÁLISE DE DADOS	25
4.1 Teste 1 da fase final	25

4.2	Teste 2 da fase final	25
4.3	Teste 3 da fase final	26
4.4	Teste 4 da fase final	27
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS.....	30
	ANEXO	32
	Anexo A.....	33

1. INTRODUÇÃO

Devido às várias situações de acidentes registrados, causados pelo fechamento das portas de desembarque dos ônibus coletivos em todo o Brasil enquanto o usuário está desembarcando, se fez necessário criar medidas que venham a diminuir esses acidentes. Através de pesquisas feitas nos sites da justiça em todo Brasil, foram identificadas várias ações indenizatórias contra as empresas de ônibus por acidentes causados aos usuários.

Motivado por essa situação, o trabalho aqui descrito apresenta o desenvolvimento de um mecanismo de intertravamento que possibilita o bloqueio das portas e das rodas de qualquer transporte coletivo durante o desembarque. Esse sistema eletrônico percebe a presença do usuário na porta de desembarque, bloqueando o sistema de fechamento dessas portas e informando ao condutor do veículo, através de um display, que existe risco de acidente. Além disso, o sistema fará o bloqueio das rodas através do freio de estacionamento conhecido como “maneco”, impedindo que o veículo entre em movimento, enquanto o passageiro desembarca.

O trabalho realizado utilizou a plataforma de prototipagem Arduino para a construção de um dispositivo protótipo que trabalha com o software livre. Essa placa tem a função de identificar a presença de pessoas na área da porta de desembarque através de um sensor ultrassônico. Após o processamento dos sinais de entrada feito pela placa, informações são enviadas para um display de cristal líquido apresentando mensagens ao condutor, informando que existe usuário na porta de desembarque e que o veículo não poderá partir. Essa mesma placa aciona um driver de intertravamento bloqueando o circuito de fechamento da porta, ao mesmo tempo aciona também um driver que energiza a válvula do freio auxiliar “maneco”, permitindo o travamento das rodas. Desta forma, mesmo que o condutor tente fechar a porta, não conseguirá, ou se tentar sair com o veículo, da mesma forma não lhe será permitido. O sistema também evita que a porta se abra caso alguém se aproxime do sensor enquanto o veículo estiver em movimento e o condutor tente abri-la, assim

como também evita o acionamento do freio auxiliar pelo sistema enquanto o ônibus estiver em movimento.

Observou-se a necessidade de desenvolver um dispositivo protótipo que simule a situação real, seu código servirá para a montagem em escala real e tornado possível a instalação em um coletivo usado como piloto.

Este trabalho está estruturado em 5 (cinco) capítulos. O capítulo 1 consiste na introdução, em que são explanados o problema, o objetivo e a justificativa. No capítulo 2, é feita uma abordagem teórica por meio de pesquisas bibliográficas sobre o Arduino, os componentes utilizados e a respeito dos casos de acidentes já registrados. O capítulo 3 mostra o desenvolvimento do dispositivo e sua montagem, descrevendo a metodologia. No capítulo 4, são descritos os testes e resultados obtidos. No capítulo 5, a conclusão e considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Veículo de transporte coletivo

Segundo Vasconcelos (2005), o ônibus é o transporte público mais antigo no mundo. O ônibus é um veículo que pode transportar entre 22 e 45 pessoas sentadas (há ônibus para viagens rodoviárias com maior capacidade) e aproximadamente a mesma quantidade em pé. Recentemente, foram desenvolvidos veículos articulados (com duas partes) e biparticulados (com três partes) que podem transportar muito mais pessoas.

Segundo a Constituição Federal do Brasil de 1988 (Art.30, V), o transporte coletivo é um dos serviços que têm caráter essencial à população. A Resolução do Conselho Nacional de Seguros Privados 109/2004 autorizou a inclusão dos veículos de transporte terrestre coletivo de passageiros no Consórcio DPVAT, a partir de 1º de janeiro de 2005, passando a integrar a base de estatísticas de indenizações de acidentes de trânsito envolvendo ônibus e micro-ônibus, administrada pela Seguradora Líder DPVAT. O crescimento da frota de ônibus e micro-ônibus, entre os anos de 2000 e 2010, foi de 87,5% e de 2005 a 2010 foi de 39,1%.

Segundo Miranda (2014), A importância do transporte coletivo é extremamente grande, pois é essencial para a maior parte da população que depende exclusivamente deste tipo de transporte. A figura 1 abaixo apresenta um tipo de ônibus coletivo:

Figura 1- Ônibus Coletivo



Fonte: Caminhões e Carretas (2019).

2.2 Registros de acidentes em ônibus urbanos

No site do JusBrasil existem várias ações de apelação cível contra empresas do sistema de transportes urbanos, com alegação de que passageiros, ao desembarcar dos veículos, têm suas pernas presas nas portas que são fechadas precipitadamente, e os passageiros são arrastados ao ser movimentado o ônibus, causando-lhes sérios ferimentos, revelando-se a culpa dos condutores por negligência e imprudência.

2.3 Sistema de freio de estacionamento

Segundo Vilanova (2015), o freio de estacionamento possui uma alimentação independente do freio de serviço e quando o motorista movimenta a alavanca de comando (manequir) libera o ar que atuará nas câmaras de freio estacionamento, que por sua vez, movimentará o excêntrico em forma de “S”, liberando as rodas do veículo. Se cair a pressão da linha de estacionamento, por exemplo, as sapatas se abrem e bloqueiam as rodas. A figura 2 abaixo apresenta o freio de estacionamento utilizado nos ônibus:

Figura 2- Freio de Estacionamento



Fonte: Peça Agora (2019).

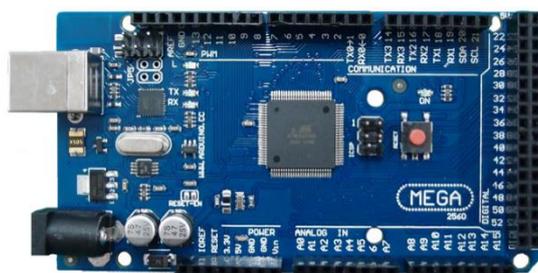
2.4 Prototipagem Arduino

Segundo Oliveira, Zanetti, Nabarro e Gonçalves (2018), o Arduino é uma versátil plataforma de prototipagem eletrônica, de hardware e software aberto, de baixo custo e muito fácil de usar, mesmo para pessoas que possuem pouco ou nenhum conhecimento de eletrônica. Quando falamos em Arduino devemos ter em mente três conceitos: hardware que é a placa que possui como componente central um microcontrolador da família ATmega; software que consiste em uma linguagem de programação e um ambiente de desenvolvimento derivados do Processing. O terceiro conceito é a comunidade, composta por um grande número de pessoas que compartilham os seus conhecimentos e projetos na Internet, disseminando a plataforma.

2.4.1 Hardware do Arduino

O Arduino é composto pelo microcontrolador, clock, memória RAM, memória secundária (memória flash), as quais possuem diversas funcionalidades, e comunicação USB. A figura 3 abaixo apresenta a placa Arduino:

Figura 3- Arduino MEGA 2560



Fonte:MakerlabEletronics (2019).

2.4.2 Programação

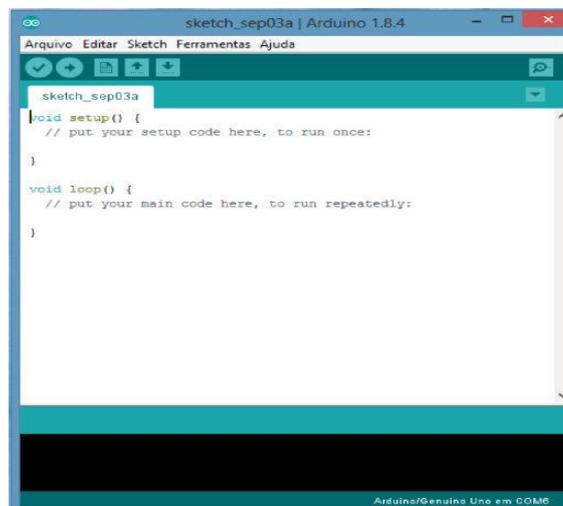
O Arduino Mega é programado em uma linguagem de alto nível semelhante a C/C++ e geralmente tem os seguintes componentes para elaborar o algoritmo: estruturas, variáveis, funções digitais e analógicas.

A estrutura básica do programa em Arduino possui duas funções indispensáveis: a primeira é chamada de `setup()`, que é responsável por inicializar as variáveis, os modos dos pinos, declarar o uso de bibliotecas, etc. Esta função será executada apenas uma vez após a placa Arduino ser ligada ou resetada. Já a segunda função é denominada `loop()` que executa sempre o mesmo bloco de código continuamente (em loop), permitindo que o programa faça mudanças e responda as modificações.

As variáveis são expressões que armazenam valores que podem ser alterados durante a execução do algoritmo, podendo ser de diversos tipos, como booleanas, inteiras.

As funções são ferramentas com o intuito de direcionar e exemplificar as funcionalidades do microcontrolador. Existem dois tipos de funções: as digitais e analógicas. As digitais são orientadas a revisar o estado e a configuração das entradas e saídas digitais. Já as analógicas são ideais para a leitura ou escrita de valores analógicos. A figura 4 abaixo apresenta o ambiente de programação do Arduino:

Figura 4- Ambiente de programação do Arduino



Fonte: ResearchGate(2019).

2.4.3 Sensor ultrassônico

O Sensor Ultrassônico HC-SR04 é um componente muito comum em projetos com Arduino, e permite que você faça leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm (FREAKS, 2018). Pode ser utilizado simplesmente para medir a distância entre o sensor e um objeto, como para acionar portas do microcontrolador, desviar um robô de obstáculos, acionar alarmes, entre outras aplicações.

De acordo com OLIVEIRA (2003), sensor HC-SR04 permite detectar objetos que lhe estão distantes entre 1 cm e 200 cm. Este sensor emite um sinal ultrassônico que reflete em um objeto e retorna ao sensor, permitindo deduzir a distância do objeto ao sensor tomando o tempo da trajetória do sinal. A velocidade do sinal no ar é de aproximadamente 340 m/s (velocidade do som). A figura abaixo apresenta o sensor ultrassônico HC-SR04:

Figura 5- Sensor HC-SR04



Fonte: FilipeFlop(2019).

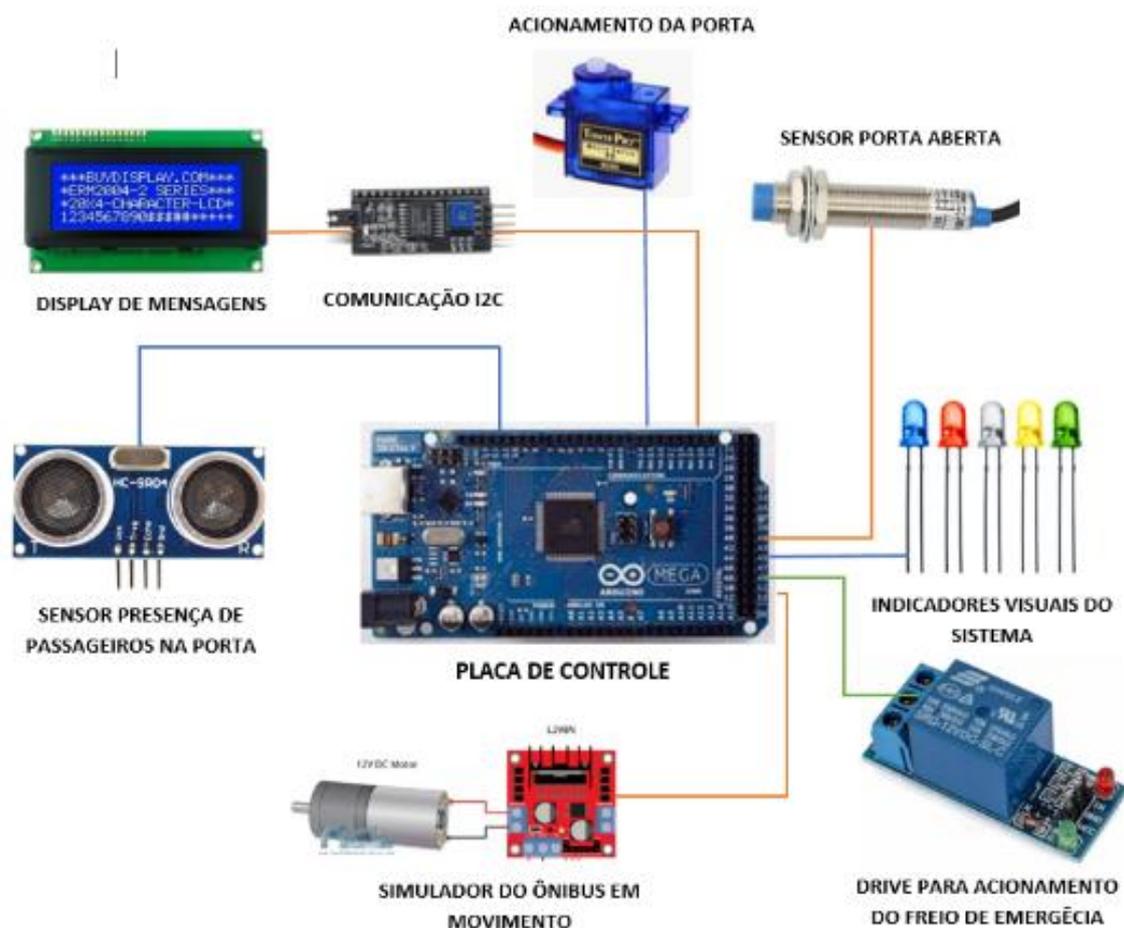
2.4.4 Display LCD

De acordo com OLIVEIRA (2003), display de cristal líquido, ou LCD (liquidcrystal display) é controlado pelo Arduino utilizando a biblioteca LiquidCrystal.h. Essa biblioteca possui funções que auxiliam nas configurações e tratamento dos dados a serem enviados ao LCD. A montagem do display deve ser de acordo com sua especificação (datasheet), onde cada um dos pinos possui uma função específica. A figura 6 abaixo mostra o display LCD 16x2:

3. METODOLOGIA

A montagem do protótipo para este projeto foi desenvolvida seguida de algumas etapas: na primeira etapa foram selecionados os dispositivos eletrônicos da prototipagem Arduino que melhor atendesse a ideia principal. Na segunda etapa foi elaborado um diagrama para montagem do protótipo, assim como o desenvolvimento do software, que foi instalado na placa de controle. Na terceira etapa montou-se o protótipo, primeiro de forma experimental, depois a montagem final. Na quarta etapa os testes foram realizados comprovando a eficácia do sistema. A figura 8 abaixo apresenta o diagrama de montagem do projeto:

Figura 8- Diagrama do Projeto



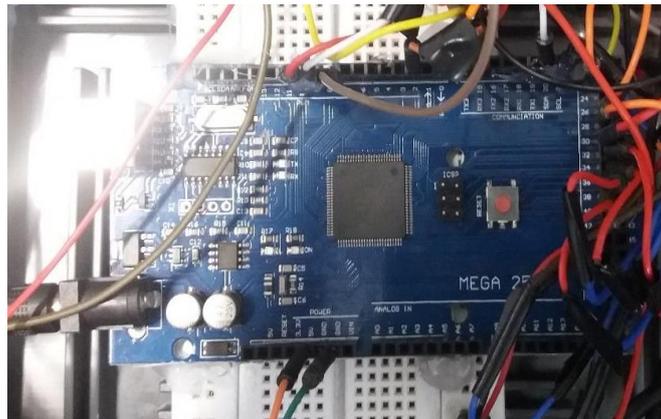
Fonte: Autores (2019).

3.1 Dispositivos eletrônicos utilizados no projeto

3.1.1 Placa de controle arduinomega 2560

A placa Arduino escolhida para o projeto foi a Mega 2560, essa placa identifica a presença de pessoas na área da porta através de um sensor ultrassônico. Após o processamento dos sinais de entrada feitos pela placa, informações são enviadas para um display de cristal líquido indicando que existe usuário na porta de desembarque. Essa mesma placa aciona um driver de intertravamento que faz o bloqueio do sistema de fechamento da porta. Desta forma, mesmo que o condutor tente fechar a porta, não irá conseguir. A figura 9 abaixo mostra a placa Arduino Mega 2560:

Figura 9- Placa Arduino Mega 2560



Fonte: Autores (2019).

3.1.2 Sensor de presença do usuário na porta

Para identificação da presença de pessoas na área de desembarque, optou-se na escolha do Sensor Ultrassônico HC-SR04 por ser um componente muito comum em projetos com Arduino. No momento em que o passageiro aproxima-se da porta de desembarque, o sensor ultrassônico percebe a sua presença através do envio de uma onda sônica. Esse sinal é recebido de volta e enviado para a placa de controle e uma vez que o ônibus esteja parado, a

porta será habilitada para que o condutor possa abri-la. A figura 10 abaixo mostra o tipo de sensor escolhido:

Figura 10- Sensor Ultrassônico



Fonte: Autores (2019).

3.1.3 Servo motor para acionamento da porta

Para simulação de abertura da porta de desembarque, utilizou-se um Micro Servo motor SG90, que é um atuador eletromecânico utilizado para posicionar e manter um objeto em uma determinada posição. Para isso, ele conta com um circuito que verifica o sinal de entrada e compara com a posição atual do eixo. Em uma montagem real será necessário a escolha de um equipamento eletromecânico que mais atenda a necessidade de abertura da porta. A figura 11 abaixo mostra o uso do Micro Servo:

Figura 11- Servo Motor



Fonte: Autores (2019).

3.1.4 Sensor indutivo detecção de porta aberta

O sensor de proximidade indutivo é um sensor que detecta objetos metálicos, gerando um sinal no pino de saída que pode ser lido por um microcontrolador para tomar algum tipo de ação. Esse tipo de sensor tanto pode ser utilizado no protótipo quanto em um projeto real. No momento em que a porta está aberta, ela é detectada pelo sensor e um sinal é enviado para a placa de controle e o veículo não poderá partir. A figura 12 abaixo apresenta o uso do sensor indutivo em uma simulação de porta aberta:

Figura 12- Sensor Indutivo

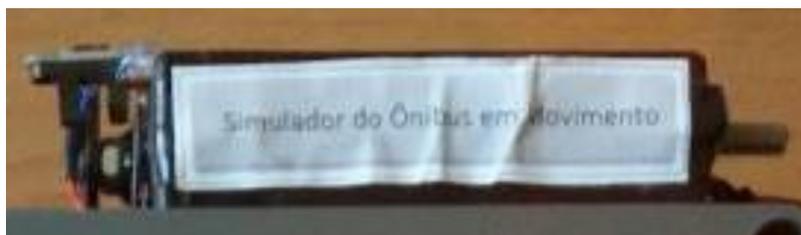


Fonte: Autores (2019).

3.1.5 Motor cc para simulação do acionamento do ônibus

Um motor cc de 12V foi utilizado para simular o funcionamento do veículo. Esse conjunto simulando o funcionamento do ônibus é formado pelo motor, um potenciômetro e um sensor encoder que informa a velocidade. A figura 13 abaixo apresenta o conjunto simulador do ônibus em movimento:

Figura 13- Simulador do Ônibus

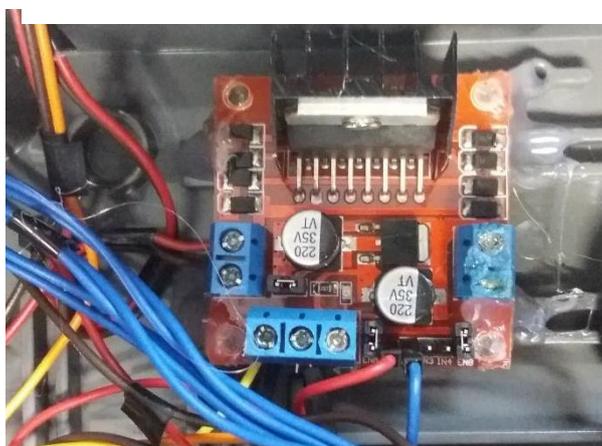


Fonte: Autores (2019).

3.1.6 Drive de potência para acionamento do motor cc

Este Driver Ponte H é baseado no chip L298N, construído para controlar cargas indutivas como relés, solenóides, motores DC e motores de passo. Ele foi utilizado, porque o nível de tensão e corrente é superior ao suportado pela placa Arduino. A figura 14 abaixo apresenta o módulo instalado no sistema:

Figura 14- Drive de Potência



Fonte: Autores (2019).

3.1.7 Display lcd 20x4 para indicação de mensagens

Para comunicação do sistema Arduino com o condutor do veículo utilizou-se o display lcd 20x4. Trata-se de um display matricial de 20 caracteres (ou células) por 4 linhas. Comunicar o Arduino com display é fácil, pois já existe uma biblioteca chamada de LiquidCrystal.h, que facilita e muito a programação. Esse display tem a função de informar ao condutor do ônibus a presença de usuários na porta, como também mostrar o estado da porta (aberta/fechada). A figura 15 abaixo mostra o display instalado e as respectivas mensagens:

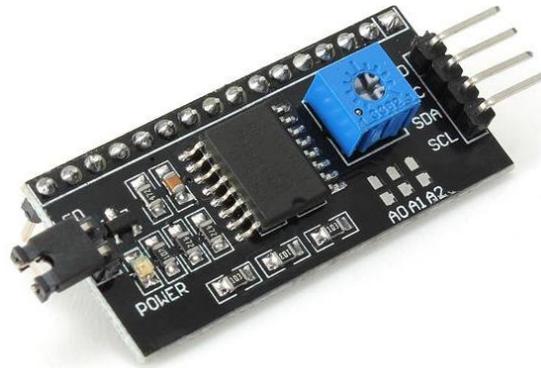
Figura 15- Display LCD



Fonte: Autores (2019).

3.1.8 Placa de comunicação i2c

Com o intuito de otimizar a comunicação entre a placa de controle e os displays, optou-se por utilizar a comunicação I2C. Com o módulo, consegue-se controlar um display LCD, seja ele 16x2 ou 20x4, utilizando apenas dois pinos do Arduino: o pino analógico 4 (SDA) e o pino analógico 5 (SCL), que formam a interface de comunicação I2C. A figura 16 abaixo apresenta a placa de comunicação I2C:



Fonte: Autores (2019).

3.1.9 Led's indicadores visuais

O módulo de led's indicadores tem a função de informar a condição atual do sistema. A figura 17 abaixo informa que o veículo está parado, a porta está aberta e o freio de emergência está atuando, impedindo o veículo de partir.

Figura 17- Módulo de Led's indicadores

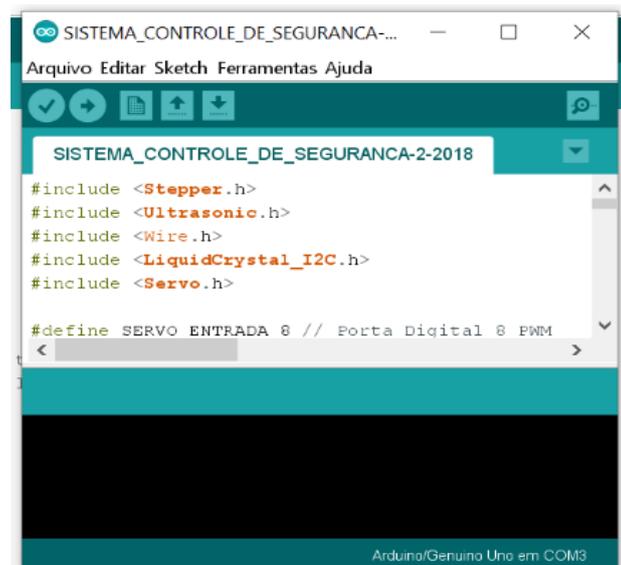


Fonte: Autores (2019).

3.2 Desenvolvimento do software de controle

O código que foi carregado na placa para controle do sistema foi desenvolvido na sketch do Arduino. Todo o código é apresentado no anexo A. A figura 18 abaixo apresenta o cabeçalho do código:

Figura 18- Código do Sistema



```
SISTEMA_CONTROLE_DE_SEGURANCA-2-2018
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

#include <Stepper.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>

#define SERVO ENTRADA 8 // Porta Digital 8 PWM

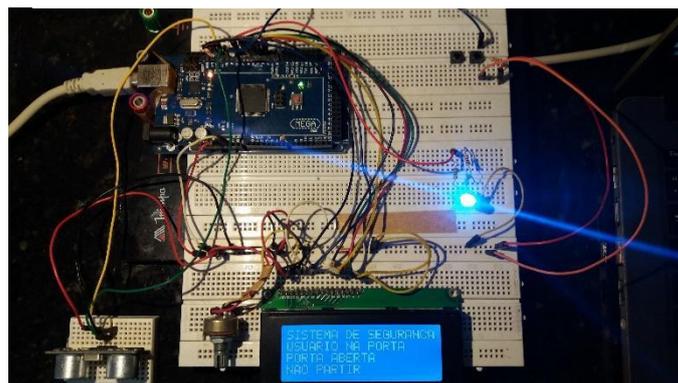
Arduíno/Genuíno Uno em COM3
```

Fonte: Autores (2019).

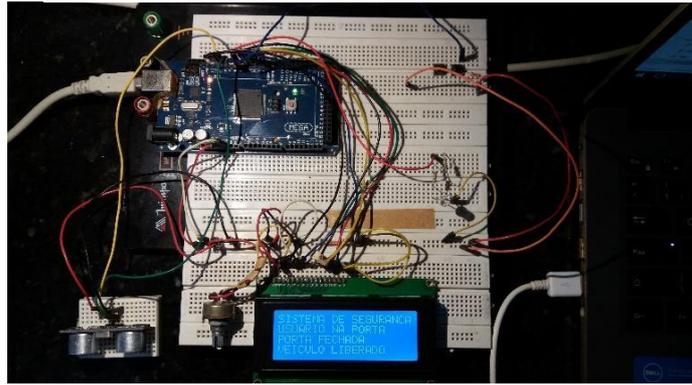
3.3 Montagem do protótipo

As figuras 19 e 20 abaixo apresentam o início da montagem experimental do protótipo com a placa protoboard. Nesta fase foram realizados os primeiros testes.

Figura 19- Teste Experimental nº 1



Fonte: Autores (2019).



Fonte: Autores (2019).

3.4 Montagem final

Para a montagem final foi utilizada uma caixa em pvc com o intuito de organizar melhor o sistema integrado. A montagem foi concluída e submetida a testes em várias situações possíveis. A figura 21 abaixo apresenta a montagem final do protótipo:

Figura 21- Projeto Final



Fonte: Autores (2019)

4. ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados se deu através dos quatro testes descritos abaixo. Esses testes serviram para certificar a eficiência do protótipo:

4.1 Teste 1 da fase final

Para essa situação simula-se o veículo parado e sem usuário na porta de desembarque. A Porta encontra-se fechada, o veículo está liberado e pronto para partir. A figura 22 abaixo apresenta a realização do primeiro teste:

Figura 22- Led indicando porta fechada



Fonte: Autores (2019).

4.2 Teste 2 da fase final

Nesse teste simula-se o usuário na porta de desembarque, que é aberta após o comando do condutor. O veículo encontra-se parado e, o freio auxiliar bloqueado, ou seja o ônibus não está liberado para partir. A figura 23 abaixo apresenta a realização do segundo teste:

Figura 23- Led indicando porta aberta e freio auxiliar bloqueado



Fonte: Autores (2019).

4.3 Teste 3 da fase final

Para esse teste simula-se o veículo em movimento. A porta se encontra bloqueada para abertura. Os led's informam que o ônibus está em movimento e a porta está fechada. A figura 24 abaixo apresenta a realização do terceiro teste:

Figura 24 - Led indicando porta fechada e ônibus em movimento



Fonte: Autores (2019).

4.4 Teste 4 da fase final

Nesse teste simula-se o veículo em movimento, com usuário na porta, mas a porta continua bloqueada para abertura. A figura 25 abaixo apresenta a realização do quarto teste:

Figura 25- Led indicando porta fechada e ônibus em movimento



Fonte: Autores (2019).

Na execução deste trabalho, após haver efetuado e finalizado todos testes descritos, foi possível chegar a um resultado satisfatório. O objetivo era desenvolver um sistema utilizando a prototipagem Arduino com um mecanismo de intertravamento que possibilitasse o bloqueio das portas e das rodas de qualquer transporte coletivo durante o desembarque de passageiros.

Os sensores utilizados para captar as variáveis de campo, realizaram relativamente bem suas funções, pois eles conseguiram informar a placa de controle a presença de obstáculos simulando o passageiro, assim como o momento em que a porta encontrava-se aberta ou fechada. A Placa Arduino Mega realizou todos os comandos necessários descritos no código, acionando os drives de saída. Apesar de não ser possível utilizar um drive para simular o acionamento do freio de emergência, a utilização de um módulo luminoso comprovou a eficácia do sistema.

Em suma, o projeto montado em forma de protótipo conseguiu um bom desempenho, sendo aprovado em todos os testes submetidos. Ficou evidenciado que, uma vez havendo interesse por parte das empresas de transporte coletivos a implantação desse sistema, tendo alguns dispositivos

substituídos por dispositivos industriais, já que, para realização dos testes alguns equipamentos não têm uso industrial, esse projeto se adequa perfeitamente em uma montagem experimental em um ônibus.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o projeto detalhado e a construção do protótipo de um sistema que evita acidentes em transportes coletivos no momento em que os usuários estão desembarcando, sendo mais um esforço visando proporcionar uma melhor segurança nos transportes urbanos. O trabalho focou o detalhamento do projeto, a construção do protótipo e testes preliminares, com o objetivo de validar a concepção pré-determinada através do projeto conceitual estabelecido.

A construção do protótipo apresenta um número baixo de componentes padronizados, o que torna o custo de aquisição mais fácil, facilita a reposição de componentes e simplifica a manutenção.

Durante a realização dos testes preliminares se observou detalhes importantes relativos ao seu desempenho. Nesse trabalho, priorizou-se a busca por uma solução que facilitasse a tarefa de efetuar o controle de abrir e fechar a porta de desembarque sem que ofereça riscos de acidentes.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizadas adaptações ao equipamento, visando adequá-lo para montagem nos ônibus, tornando o equipamento mais versátil, ampliando sua gama de aplicação e fazendo com que o seu custo-benefício seja maior.

REFERÊNCIAS

Arduino Guia Iniciante. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3252633/mod_resource/content/1/Guia_Arduino_Iniciante_Multilogica_Shop.pdf> Acesso em: out de 2018.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 14 jun. 2017.

CHAGAS, D. M. **Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano.** 2014. 59 f. Monografia (Especialista no Curso de Pós Graduação em Construções Sustentáveis) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, 2014.

FREAKS, E. Datasheet: Ultrasonic Ranging Module HC-SR04. 2018. Acesso em: 05 de julho de 2018. Disponível em: <http://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_HCSR04.pdf>. 32, 33

MIRANDA, H.N.S. **Causa dos acidentes de trânsito com motoristas de transporte coletivo na cidade de Recife-PE.** 2014. 45 f. Monografia (Pós Graduação “*Lato Sensu*” em Psicologia do Trânsito.) - Universidade Paulista, 2014. Disponível em: http://netranstransito.com.br/arg_download/Monografia%20Helena%20FINAL.pdf f. Acesso em: 12 jun. 2017.

OLIVEIRA, A. C. F. **Indicadores associados a acidentes de trânsito envolvendo motoristas de ônibus na cidade de Natal.** Natal, 2003. Dissertação (Mestrado em Psicologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003. Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AndreaCFO.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2017.

OLIVEIRA, C.; ZATETTI, H.; NABARRO, C.; GONÇALVES, J. **Aprenda Arduino: uma abordagem prática.** 2018. Disponível em: <http://www.fatecjd.edu.br/fatecino/material/ebook-aprenda-arduino.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

OLIVEIRA, C.; ZANETTI, H. Projeto No. 8 – Sensor ultrassônico (HC-SR04). Jundiaí, [s. d.]. Disponível em: <<http://fatecjd.edu.br/site/uploads/files/Projeto-8.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

OLIVEIRA, C. L. V. Aprenda Arduino – Uma abordagem prática. Duque de Caixas: Katzen Editora, 2018.

RAMOS, C. S. **Caracterização do acidente de trânsito de gravidade do trauma: Um estudo em vítimas de um hospital de urgências em Natal-RN.** Natal, 2008. Dissertação (Mestrado em Enfermagem), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/CristianeSR.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo : Pró livros, 2005.

VILANOVA, C. **Freios pneumáticos.** Funcionamento e os principais problemas de um dos mais importantes sistemas de segurança de um veículo pesado: os freios pneumáticos. 2015. Disponível em < <http://omecanico.com.br/freios-pneumaticos/>>. Acesso em: 22 maio. 2018.

ZAMAIA, J.F.P. **Protótipo robótico de mão mecânica para reprodução de música em piano.** Disponível em: <<http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2015-JessicaFernandaPereiraZamaia.pdf>> Acesso em: 26 de ago 2019.

ANEXO

Anexo A

```

#include <Stepper.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>

#define SERVO_ENTRADA 8 // Porta Digital 8 PWM
Servo s1; // Variável Servo
int pos1; // Posição Servo

#define PINO_TRIGGER 10 //Define o pino do Arduino a ser utilizado com o pino
//Trigger do sensor
#define PINO_ECHO 9 //Define o pino do Arduino a ser utilizado com o pino Echo
//do sensor

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);

Ultrasonicultrasonic(PINO_TRIGGER, PINO_ECHO); //Inicializa o sensor ultrasonico

int x=0;
inti=60;
int aux=0;
//int aux1=0;
int partir=0;

int pino_D0 = 2;//Pino ligado ao pino D0 do sensor
int rpm;
volatile byte pulsos;
unsignedlongtimeold;

//Altere o numero abaixo de acordo com o seu disco encoder

unsignedintpulsos_por_volta = 20;

void contador()
{
  //Incrementa contador
  pulsos++;
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin (20,4);
  lcd.setCursor (0,0);

```

```

lcd.print ("SISTEMA DE SEGURANCA");
s1.attach(SERVO_ENTRADA);
s1.write(0); // Inicia motor posição zero

pinMode(pino_D0, INPUT); //Pino do sensor como entrada

attachInterrupt(0, contador, FALLING); //Interrupcao 0 - pino digital 2. Aciona o
//contador a cada pulso
pulsos = 0;
rpm = 0;
timeold = 0;

pinMode (22,INPUT); //Comanado Abrir porta
pinMode (26,INPUT); //sensor porta aberta
pinMode (28,INPUT); //Comando partir onibus

pinMode(8,OUTPUT);
pinMode (30,OUTPUT); //Partir onibus motor
pinMode (32,OUTPUT); //Partir onibusled
pinMode (34,OUTPUT); //freio de emergência
pinMode (36,OUTPUT); //Abrir porta
pinMode (38,OUTPUT); //Fechar porta
}

void loop()
{
intabrirporta=digitalRead(22);
intsensor_P_Aberta=digitalRead(26);
intPartir_onibus=digitalRead(28);

digitalWrite(38,HIGH); // porta Fechada
floatcmMsec;
{
floatmicrosec = ultrasonic.timing(); //Le os dados do sensor, com o tempo de
retorno do sinal
cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM); //Calcula a distancia em
//centimetros
}

if (cmMsec<10)
{delay (2000);
aux=1;}
else
aux=0;

if (aux==1 ) // quando há presença do usuario aciona o sensor, liga a saida para
// energizar a eletrovalvula.
{

```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("USUARIO NA PORTA");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("      ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("      ");

    }
else
    {
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      ");
    }

if (digitalRead(26)==0 )           // quando a porta aberta aciona o sensor, liga a saida
                                   //para energizar a eletrovalvula.
    {
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("      ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("PORTA ABERTA");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("      ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("NAO PARTIR");
    }
else
    {
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("PORTA FECHADA");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("VEICULO LIBERADO");
    }
    //=====Comando abrir Porta =====

if (abrirporta=digitalRead(22)==1 && rpm==0)
    {
for(pos1 = 0; pos1 < 83; pos1++)
    {
        s1.write(pos1); //escreve o valor da posição que o servo deve girar
delay(15); //intervalo de 15 milissegundos
    }
digitalWrite(36,HIGH); // porta Aberta

do
    {
floatmicrosec = ultrasonic.timing(); // check the sensors

```

```

cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
if (digitalRead(26)==0 ) // quando a porta aberta aciona o sensor, liga a
saida para energizar a eletrovalvula.
    {
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("PORTA ABERTA");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("NAO PARTIR");
    digitalWrite(34, HIGH); //Aciona freio de emergência
    digitalWrite(38,LOW);

    }
else
    {
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("PORTA FECHADA");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("VEICULO LIBERADO");

    }
delay(100);
}
while (cmMsec<10);

if (aux==1 ) // quando a presença do usuario aciona o sensor, liga a saida
//para energizar a eletrovalvula.
    {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("          ");

    }
do
    {
    abrirporta=digitalRead(22);
    delay(100);
    }
while (abrirporta==1);
delay(500);
for(pos1 = 83; pos1 >= 0; pos1--)
    {
        s1.write(pos1); //escreve o valor da posição que o servo deve girar
    delay(15); //intervalo de 15 milissegundos
    digitalWrite(36,LOW); //Abrir porta

```

```

    }
    digitalWrite(34, LOW); // Libera freio de emergência
    digitalWrite(38,HIGH); // porta Fechada
    }

//=====Comando Aciona motor =====

if (digitalRead(28)==1 &&digitalRead(26)==1)
    {
    digitalWrite(30, HIGH);//Aciona motor do ônibus
    }
else
digitalWrite(30, LOW);
if (digitalRead(28)==1 &&digitalRead(26)==1)
{
digitalWrite(32, HIGH);
    }
else
digitalWrite(32, LOW);

//=====Atualiza contador a cada segundo=====
if (millis() - timeold >= 1000)
    {

detachInterrupt(0);//Desabilita interrupcao durante o calculo
rpm = (60 * 1000 / pulsos_por_volta ) / (millis() - timeold) * pulsos;
timeold = millis();
pulsos = 0;

attachInterrupt(0, contador, FALLING); //Habilita interrupcao

    }
    lcd.setCursor(14,2);
    lcd.print(" V:");
    lcd.setCursor(18,2);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(17,2);
    lcd.print(rpm);

}

```