

## PROTÓTIPO DE CANCELAS AUTOMÁTICAS: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES INTEGRADAS DE OURINHOS – UNIFIO

### PROTOTYPE FOR PARKING GATE BARRIER AUTOMATIC: CASE STUDY ON CAMPUS OF CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES INTEGRADAS DE OURINHOS – UNIFIO

<sup>1</sup>OLIVEIRA, Filipe Antônio de; <sup>1</sup>SOUZA, Ramón Carlos Jane; <sup>1</sup>GONÇALVES, Gustavo José Correa; <sup>1</sup>MUNHOZ, Marcelo Rodrigo; <sup>1</sup>YAMAMURA, César Fumio; <sup>1</sup>RIBEIRO, Fernando Sabino Fontequê.

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Produção – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos Unifio/FEMM

#### RESUMO

Este projeto de desenvolvimento prático, tem como escopo trazer ao conhecimento público, a demonstração de criação de um protótipo em escala reduzida via maquete, para possível implantação de uma cancela em um *campus* universitário. O objetivo deste trabalho se deu através da necessidade de implementar uma gestão de controle de acesso de veículos ao campus do Centro Universitário das Faculdades de Ourinhos (Unifio) e apresentar os resultados obtidos sobre a programação, a execução e a viabilidade do projeto. Ao decorrer deste trabalho será possível identificar os componentes utilizados para a montagem da maquete através de desenhos 3D, a representação gráfica do circuito elétrico e a sua montagem desenvolvida em etapas testes e etapa final. Por meio da utilização de softwares 3D, da criação e aplicação da programação realizada em software Arduino IDE e da efetiva montagem da maquete conseguiu-se atingir o resultado esperado colocando a mini cancela em funcionamento.

**Palavras-chave:** Arduino; Cancela; Programação; Protótipo; Softwares.

#### ABSTRACT

This practical development project, has as scope to bring to public knowledge, the demonstration of the creation of a prototype in reduced scale via mockup, for possible deployment of a Parking Gate Barrier on a university *campus*. The objective of this work occurred through the need to implement a vehicle access control management to the campus of the University Center of Ourinhos (Unifio) and present the results obtained on the programming, execution and viability of the project. Throughout this work it will be possible to identify the components used for the assembly of the mockup through 3D drawings, the graphic representation of the electrical circuit and its assembly developed in test and final stages. Through the use of 3D software, the creation and application of the programming carried out in Arduino IDE software and the effective assembly of the model, it was possible to achieve the expected result by putting the mini barrier in operation.

**Keywords:** Arduino; Parking Gate Barrier; Programming; Prototype; Software

#### INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo todo conta com uma quantidade massiva de carros transitando diariamente para se deslocarem até seu destino, com isso a procura por estacionamentos públicos ou privados torna-se cada vez maior, principalmente por aqueles que oferecem controle e sistemas de segurança automatizados durante a permanência do veículo no local. Pois, com essa automação é possível tornar os processos de entradas e saídas práticos e rápidos (ROSÁRIO, 2018).

O avanço tecnológico permite discutir e desenvolver diversos assuntos relacionados a otimização de máquinas, equipamentos e sistemas eletrônicos. Dentre eles, os sistemas eletrônicos de segurança fazem cada vez mais parte do interesse e da procura pelo homem, pois apresentam facilidades através dos meios de identificação e acesso a determinados locais, além de proporcionar um sentimento de segurança durante o período de estadia em alguns ambientes (ALVES, 2012).

Os sistemas de controle de acesso possuem o objetivo de gerenciar as movimentações dentro de um ambiente, de modo a detectar e registrar as ações realizadas através de sensores, senhas de acesso, câmeras de vigilância, catracas eletrônicas ou cancelas automáticas. Através de sensores eletrônicos e automatizados, essas barreiras físicas se tornam meios de controle, ainda que necessitem de apoio de ação humana, possuem benefícios de facilidade, controles e monitoramento de movimentos dentro de diversos locais, tais como em portarias de indústrias, condomínios, empresas, shoppings, faculdades, estacionamentos, pedágios, entre outros (MARCONDES, 2020).

O primeiro shopping do Brasil a adotar um sistema de estacionamento automatizado foi o Morumbi Shopping, onde é localizado na capital de São Paulo. Seu estacionamento é constituído por sensores de LEDs verde e vermelho, com o intuito de evitar perda de tempo, procurando por vagas, e funciona da seguinte forma: quando a luz do sensor estiver verde, significa que a vaga está livre, e quando o sensor estiver vermelho, significa que a vaga está ocupada, assim facilitando para quem estiver à procura de vaga e esse sistema também ajuda a administração do shopping a fazer um mapa de ocupação e o controle de fluxo de veículos. Além de possuir painéis indicativos, logo na entrada ou em cada setor, onde marca a quantidade de vagas disponíveis em cada piso (ALHAK, 2011, p. 27).

Considerada um mecanismo de controle de acesso, a cancela é composta por uma haste de madeira ou metal cuja finalidade é de controlar a entrada e saída de veículos em um determinado local. O funcionamento dela é através da aproximação e identificação eletrônica do veículo, e sua haste se movimenta para cima e para baixo conforme a necessidade de passagem de veículos, por meio de ação humana ou movida por motores e sensores elétricos (MARCONDES, 2020). Existem dois modelos do equipamento, a cancela manual na qual depende da ação do operador para subir ou descer, normalmente possui um contrapeso para diminuir o esforço do

operador nos processos de abertura e fechamento e tem um custo mais baixo e de menor possibilidade de falhas de abertura ou fechamento; e também há a cancela eletrônica, que o seu funcionamento faz uso de recursos totalmente eletrônicos através da instalação de um motor elétrico para realizar o movimento de a abertura e fechamento da haste, onde o acionamento pode ser desde botões ou controles remotos até os sistemas mais sofisticados através de identificações faciais ou biométricas e pode ser integrada através de um hardware de controle de acesso (MARCONDES, 2020).

O funcionamento de uma cancela depende da interligação entre sensores e controladores. Os sensores são dispositivos mecânicos ou eletrônicos programados para coletar e converter os dados exteriores em sinais, esses dados são emitidos para placas de aquisição de dados, como por exemplo, uma placa Arduino. Eles possuem a função de detectar movimentos emitidos diante de uma área de sinais captados por laser infravermelho, temperatura, pressão ou velocidade. Atualmente, o mercado tecnológico tem apresentado sensores cada vez mais inteligentes e completos para seus mais variados segmentos, além de proporcionar sensores de alta e baixa tensão no qual variam de preços. Nota-se então a importância em identificar o melhor modelo de sensor para desenvolver um projeto (NETO e OLIVEIRA, 2017).

Neste contexto, sistemas de baixo custo tem sido grandes aliados a inúmeros projetos. Dentre eles, pode se destacar o Arduino, que é uma plataforma de prototipagem com código aberto e possui a função de controlar os sinais enviados através de sensores. Sua utilidade está representada em atender componentes de hardware e software para rápido uso, e são capazes de realizar a leitura de sinais emitidos externamente (NETO e OLIVEIRA, 2017).

Oliveira e Neto (2017), trazem a definição de “microcontroladores como os responsáveis pelo gerenciamento de todos os dados, considerado o cérebro de um projeto”. Já os atuadores, são componentes responsáveis pelo recebimento de comandos e que conseqüentemente ativam a execução da determinada tarefa. Dessa forma, no projeto de criação da cancela, o controlador receberá o sinal do sensor, logo o mesmo passa a informação para o atuador, no caso a cancela, realizando assim o movimento de subir e descer para liberação de passagem do veículo.

O local de avaliação para implementação da cancela automática e objeto de estudo desse trabalho será o Campus Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos, localizada as margens da BR-153 na cidade de Ourinhos/São Paulo. Atualmente o campus não conta com nenhum sistema de controle de acesso e recebe inúmeras visitas e movimentações de alunos, professores, visitantes, prestadores de serviços nos períodos diurnos e noturnos. Diante do exposto, vê-se a necessidade de implantar um sistema de acesso para que se possa ter um maior controle de movimentações dentro do local, além de sinalizar a quantidade de veículos dispostos no estacionamento e transmitir maior segurança para todos que por ali transitam. Neste trabalho, será realizado a fabricação de um protótipo em escala reduzida utilizando recursos como Arduino. Este trabalho tem como principal objetivo empregar a aprendizagem por projetos, dentro do curso de Engenharia de Produção.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Essa seção vem demonstrar a elaboração do projeto através do estudo da viabilidade de implementação de um sistema de controle de acesso no campus universitário através de um protótipo de cancela automática e de seus componentes eletrônicos. O desenvolvimento do projeto se dará através da utilização e montagem de componentes como: sensores detectores de veículos, sistemas de proteção, acionamento da cancela, suporte para os sensores e a própria cancela. Dessa forma cumprindo a função de controle de acessos dos veículos.

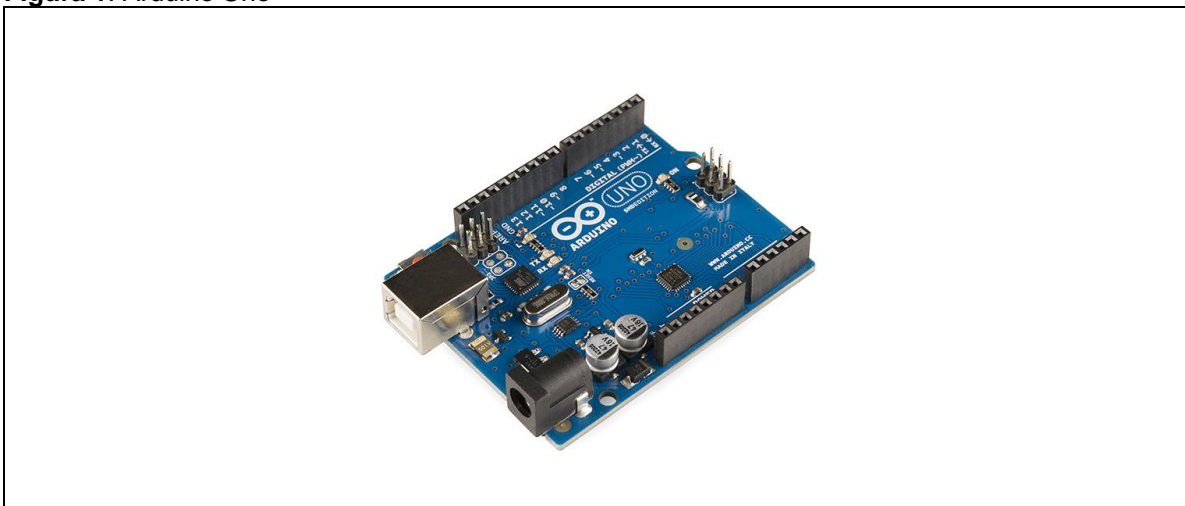
Os sistemas eletrônicos de controle de acesso são implementados através de uma integração entre software e hardware. Para dar início ao desenvolvimento do protótipo, a princípio foi elaborado a modelagem da maquete através de um software 3D. Neste desenho foi alocado inicialmente a posição dos componentes, desde a decoração mais simples até o item mais importante da maquete. Em sequência, foi utilizado o software Tinkercad (programa de modelagem tridimensional) para que outro modelo inicial do projeto fosse realizado, neste caso foi realizado o estudo para o desenvolvimento de todo circuito eletrônico do protótipo. Juntamente com a montagem do layout da estrutura eletrônica do projeto, foi possível realizar etapas de testes visando a funcionalidade do mesmo. Diante da realização das etapas supracitadas, deu-se segmento na elaboração física,

eletrônica e estrutural do protótipo, seus componentes serão exemplificados a seguir.

Os Arduinos podem ser divididos em onze modelos, os quais são: Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Leonardo, Arduino Micro, Arduino Duemilanove, Arduino Nano, Arduino Ethernet, Arduino Zero, Arduino DUE, Arduino ADK, o Arduino YUN e o Arduino Shields. Entre eles podemos destacar, o Arduino Uno, este modelo conta com um microcontrolador de entrada, possui um número suficiente de interfaces para projetos simples, sua placa é fundamentada no microcontrolador ATMEGA 328, composta por 14 pinos de entrada/saída digital, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador (clock) de 16 MHz. Para situações de baixo consumo, sua estrutura interna é formada por um oscilador de 32 kHz. Os Arduino Micro e Leonardo são semelhantes por utilizarem o mesmo microcontrolador (ATMEGA32u4) para sua comunicação USB. E o Arduino Shields é considerado um grande feito para a plataforma Arduino, realiza o comando de padronizar características geométricas, posição de pinos de entradas e saídas e tensões e a possibilidade de conexões rápidas (NETO e OLIVEIRA, 2017).

O Arduino Uno, um dos principais elementos para a realização da prototipagem desse estudo, será utilizado com o intuito de receber e enviar os dados de programação dos sensores e controladores. Juntamente ao Arduino utilizou-se o software Arduino IDE para realizar a programação e atingir o funcionamento do mesmo. A Figura 1 apresentada abaixo demonstra um dos modelos existentes de Arduino Uno.

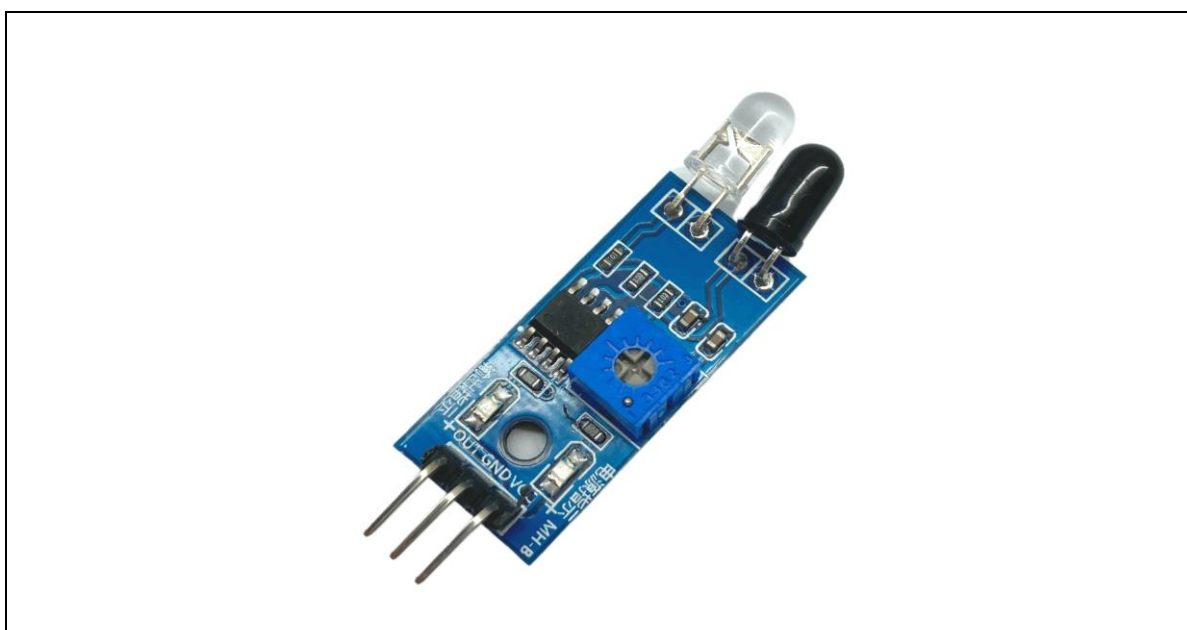
**Figura 1:** Arduino Uno



Fonte: Ralcomp (2023).

O sensor a ser utilizado para o desenvolvimento do projeto é o denominado Sensor Infravermelho Ativo, conforme apresentado na Figura 2. Este sensor tem o mesmo princípio de funcionamento dos sensores ópticos do tipo barreira, sendo constituído de transmissor e receptor e possui suporte ajustável para fácil alinhamento do feixe. Sua utilização consiste nas aplicações de itens segurança, tais como alarmes, proteção perimetral, iluminação automática, portas de garagem e outras. (THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2020, p. 21)

**Figura 2:** Representação de Sensor de Obstáculo Reflexivo Infravermelho



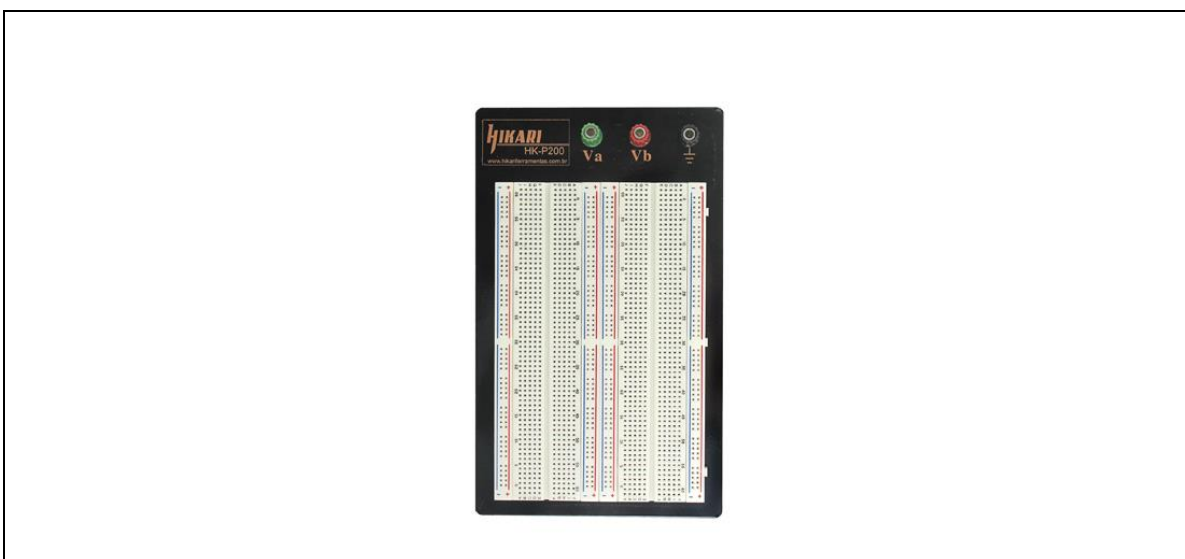
Fonte: Casa da Robótica (2023)

O terceiro elemento a ser aqui demonstrado, será a utilização de um servo motor, representado na figura 3. Este componente possui a tarefa de realizar e comandar o movimento de levantar e abaixar a haste da cancela, sendo caracterizado como o atuador do processo.

**Figura 3: Servo Motor**

Fonte: Vida de Silício (2023)

O protoboard, quarto elemento do processo, é um componente utilizado como base para todo o circuito eletrônico do projeto, no qual os fios sendo conectados, conseqüentemente realizarão a interligação entre o sensor, o servo motor, o Arduino Uno, o painel de LCD e o potenciômetro. O modelo do protoboard pode ser observado na figura 4.

**Figura 4: Base de Protoboard**

Fonte: Hikari Ferramentas (2023)

Para a realizar a interligação dos sistemas conforme citado acima, o material utilizado para conectar o protoboard aos dispositivos foram os jumpers. Os jumpers são formados por pequenas peças, na maioria das vezes, plásticas, e que, através de um

pequeno filamento de metal é o responsável pela condução da eletricidade utilizada na prototipagem (TECMUNDO, 2009). Pode se observar um modelo de jumper na figura 05.

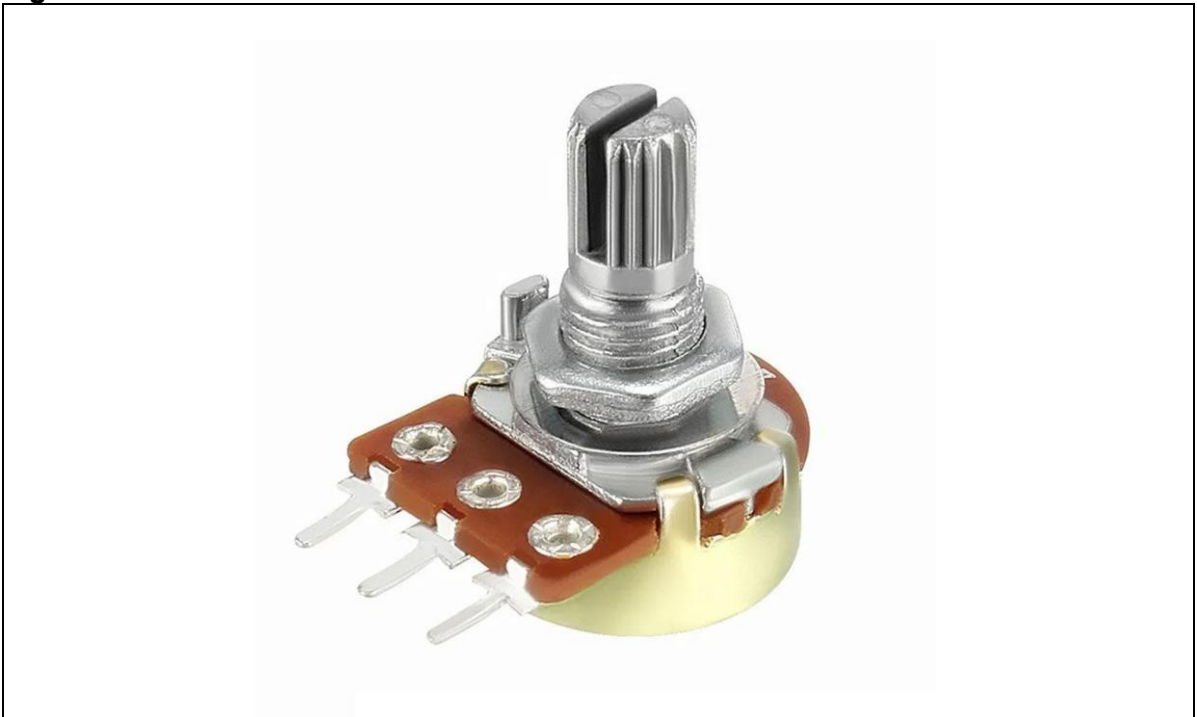
**Figura 5:** Jumper para protoboard (Macho x Fêmea – 30cm)



Fonte: Casa da Robótica (2023)

Para controlar a resistência elétrica de todo o circuito do protótipo, foi utilizado o componente elétrico denominado potenciômetro. Através dele será possível ajustar a tensão entre os terminais e dividi-las. A figura 6 abaixo exemplifica um modelo de potenciômetro.

**Figura 6:** Potenciômetro

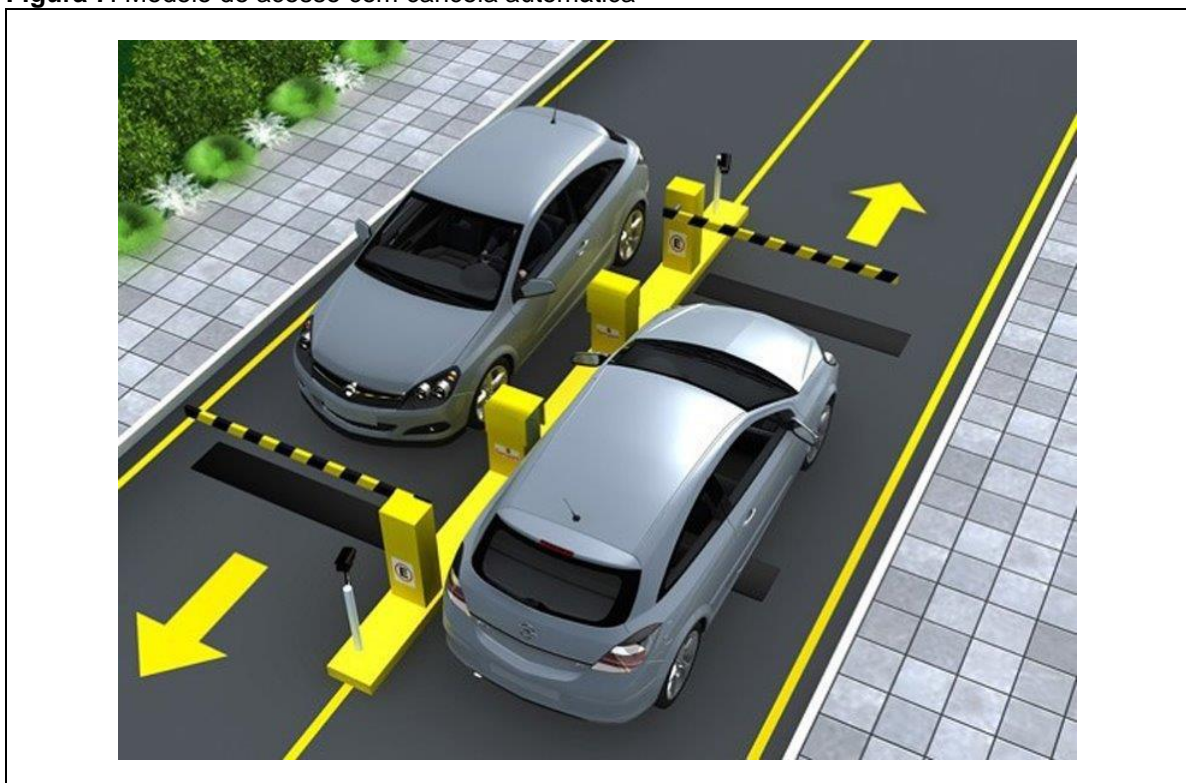


Fonte: Casa da Robótica (2023)



O protótipo contará com duas minis cancelas criadas através de uma impressora 3D, na qual receberá o comando de levantar e abaixar assim que o sensor detectar a presença de veículos para entrar ou sair do pátio. Será implantando também um painel LCD para realizar a contagem e informação da quantidade de veículos atual no estacionamento. Todo o protótipo será ligado via cabo USB 2.0 entre o computador e o Arduino Uno para trabalhar a troca de dados e receber e enviar as mensagens de comando. A figura 7 exemplifica como seria o modelo de acesso e de cancelas ao campus.

**Figura 7:** Modelo de acesso com cancela automática



Fonte: TecSeven (2023)

O método de montagem deste protótipo se deu através da interligação e programação dos componentes citados acima, realizados em linguagem C. Assim que o veículo se aproximar da cancela, um sinal de movimento será identificado através do sensor infravermelho, no qual emitirá um sinal ao Arduino informando que existe a presença de um automóvel no local, com isso o Arduino irá alimentar o servo motor que conseqüentemente irá levantar a cancela de entrada permitindo a passagem do veículo. No mesmo instante outra informação será passada para o painel de LCD, o qual irá alimentar um saldo contando a entrada do veículo, ele continuará informando o total de automóveis presentes no recinto. A cancela de saída tem a mesma funcionalidade, ao detectar um veículo se aproximando, ela será levantada permitindo sua saída, com isso o saldo presente no LCD será reduzido.

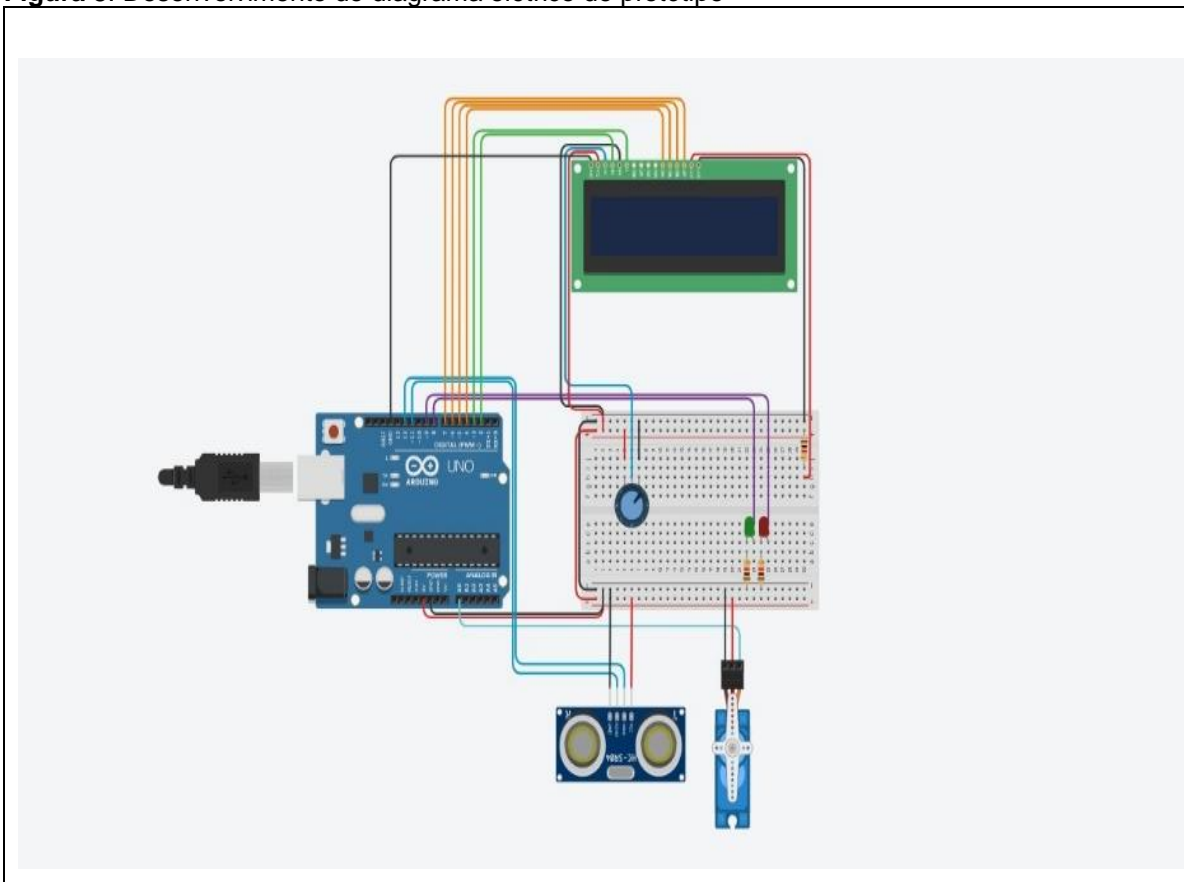
A sequência de montagem da maquete se deu inicialmente através da adequação do molde de isopor com uma medida de 60x40 para ser a base do protótipo, a realização dos recortes e cobertura com cartolina e a ilustração do pátio do campus. Em seguida foi realizado a montagem do circuito elétrico conectando os elementos citados anteriormente, tais como, o Arduino Uno ao protoboard. Após a montagem do circuito, passou-se para a conexão dos componentes, como o painel de LED, o servo motor, potenciômetro e o sensor infravermelho ao protoboard e ao Arduino e, por conseguinte fixou-se o servo motor nas cancelas posicionadas na entrada e saída do campus. Por fim, fixou-se o sistema na maquete e realizou-se a conexão dos componentes, tais como, o cabo USB ao Arduino e ao computador para realização dos testes de funcionamento da programação. Após findar-se as etapas citadas acima, utilizou-se de um multímetro para verificar a passagem das correntes de energia no protótipo e acerrar se do seu funcionamento de forma correta.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados esperados diante da execução do projeto propõem o desenvolvimento da programação dos comandos de forma a emitir sinais externos para o sensor aplicado no projeto e assim enviar os dados necessários para que a cancela seja capaz de identificar e cumprir sua tarefa de abrir e fechar de forma automática na entrada e saída de veículos. Dessa forma, obteve-se os resultados esperados atingindo o funcionamento satisfatório da cancela. As etapas de testes e funcionando da maquete serão demonstradas na sequência de imagens abaixo.

Como primeiro resultado deste projeto, obteve-se o diagrama elétrico desenvolvido através do aplicativo Tinkercad demonstrado na figura 8. O desenho do circuito elétrico do protótipo se deu por meio do diagrama elétrico, no qual foi possível identificar através de sua representação gráfica como seria feito a disposição e ligação dos fios. Assim como também serviu para a realização dos testes do próprio diagrama elétrico via próprio software, para que ao passar para o projeto em sua forma real, suas ligações quanto sua disposição esteja correta e funcionamento perfeitamente.

**Figura 8:** Desenvolvimento do diagrama elétrico do protótipo

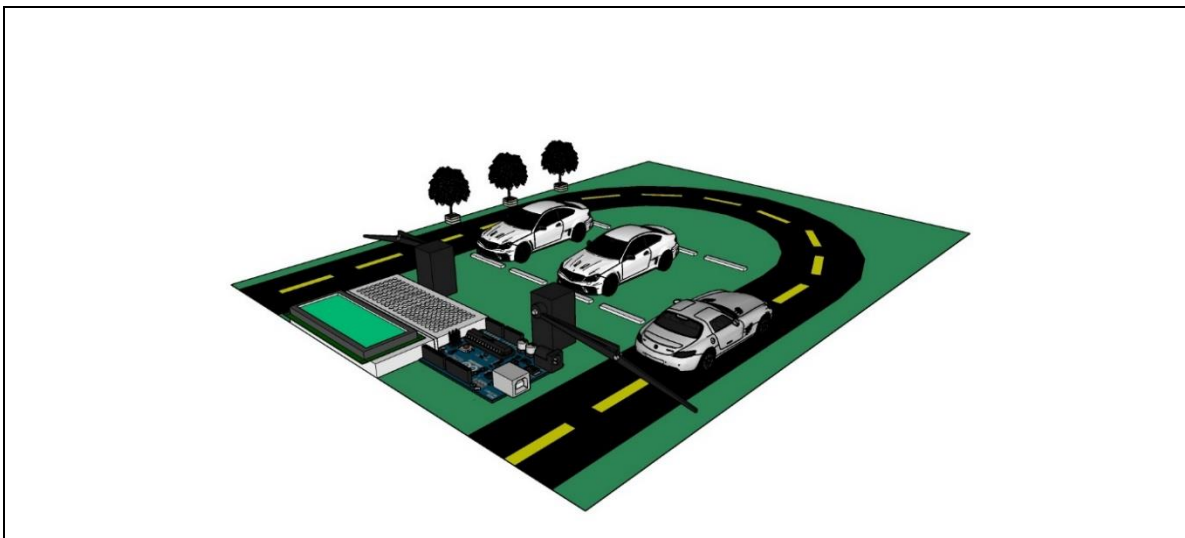


Fonte: Autor (2022)

Uma consideração importante a ser feita em relação ao diagrama desenvolvido no software Tinkercad é que no desenvolvimento deste diagrama elétrico, enfrentou-se uma certa dificuldade em alocar o sensor infravermelho tal como está disposto no projeto final, em vista disso, alterou-se para o sensor ultrassônico, contudo a alteração se deu apenas para a visualização e teste do diagrama em software.

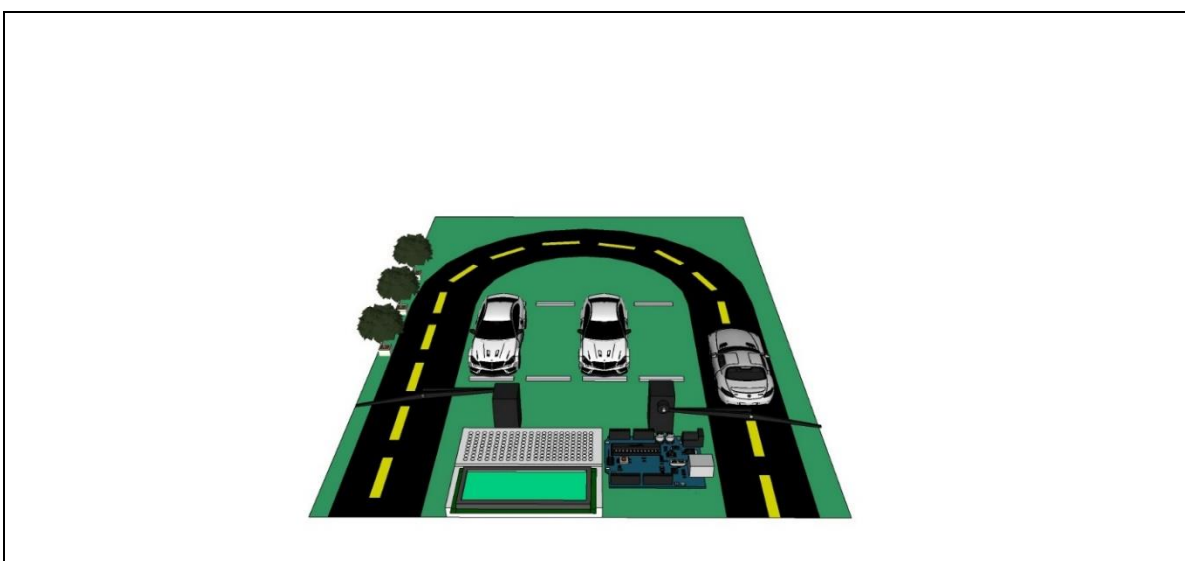
A figura 9 e 10 demonstradas a seguir traz como segundo resultado deste projeto a primeira projeção feita da maquete através de um software de ambiente 3D no qual pode ser interpretada por uma vista panorâmica e frontal de como seria a criação da maquete em sua versão reduzida. O desenho projetado conta com duas cancelas para controle de acesso, sendo uma localizada ao lado direito à entrada do campus para controlar as entradas de veículos e a segunda cancela localizada a esquerda para controlar o fluxo de saídas, veículos estacionados no pátio e a disposição dos componentes.

**Figura 9:** Desenho 3D da maquete vista panorâmica



Fonte: Autor (2022)

**Figura 10:** Desenho 3D da maquete vista superior

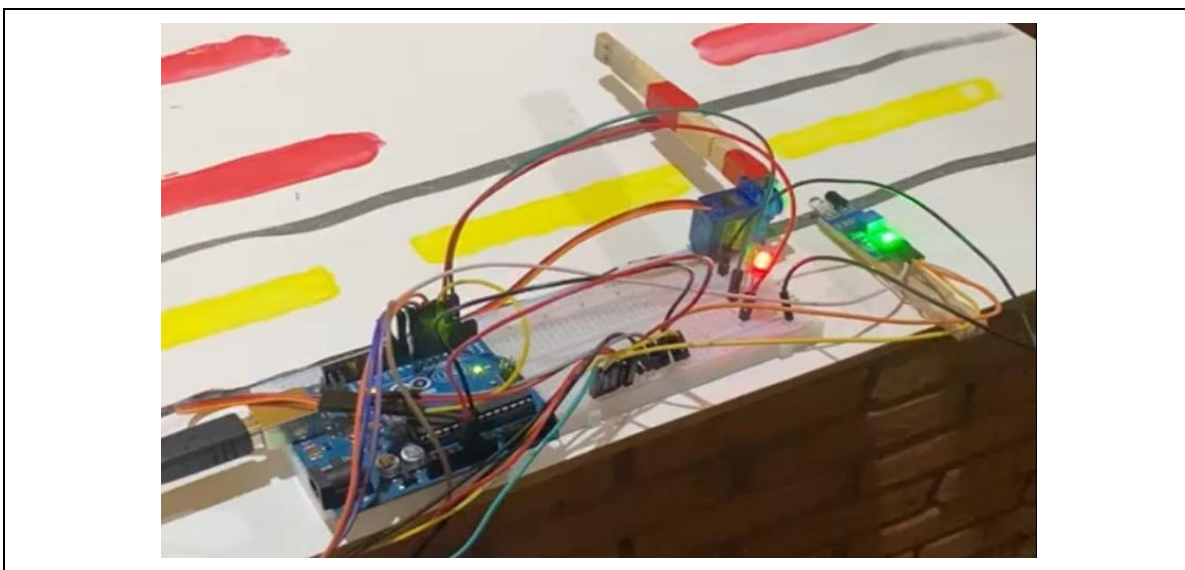


Fonte: Autor (2022)

A partir da elaboração gráfica dos desenhos para criação da maquete, seguiu-se para a montagem da mesma de acordo com ordem e disposição de montagem dos componentes citados na sessão de materiais e métodos deste trabalho. A figura 11 e 12 vistas de forma superior, demonstram a montagem de um circuito teste para realizar a avaliação da posição dos componentes e do funcionamento da programação. É possível visualizar que todos os elementos possuem sua ligação no protoboard, juntamente a placa do Arduino Uno, o servo

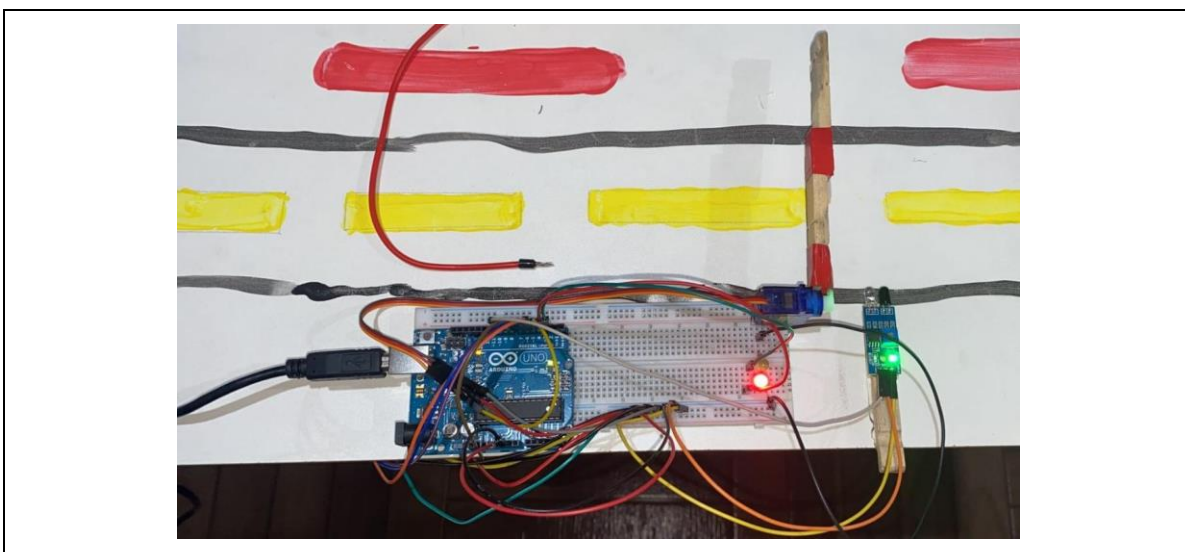
motor, o sensor infravermelho, a interligação entre os fios e a cancela. Pode-se então observar que os comandos realizados na programação do protótipo atingiram os resultados e trabalharam conforme o esperado. Pois, a partir do momento que o sensor infravermelho detectar um veículo em sua proximidade enviará um sinal ao Arduino que através da programação realizada enviará um comando ao servo motor realizando o levantamento da cancela.

**Figura 11:** Demonstração de circuito em teste – Parte 1



Fonte: Autor (2022)

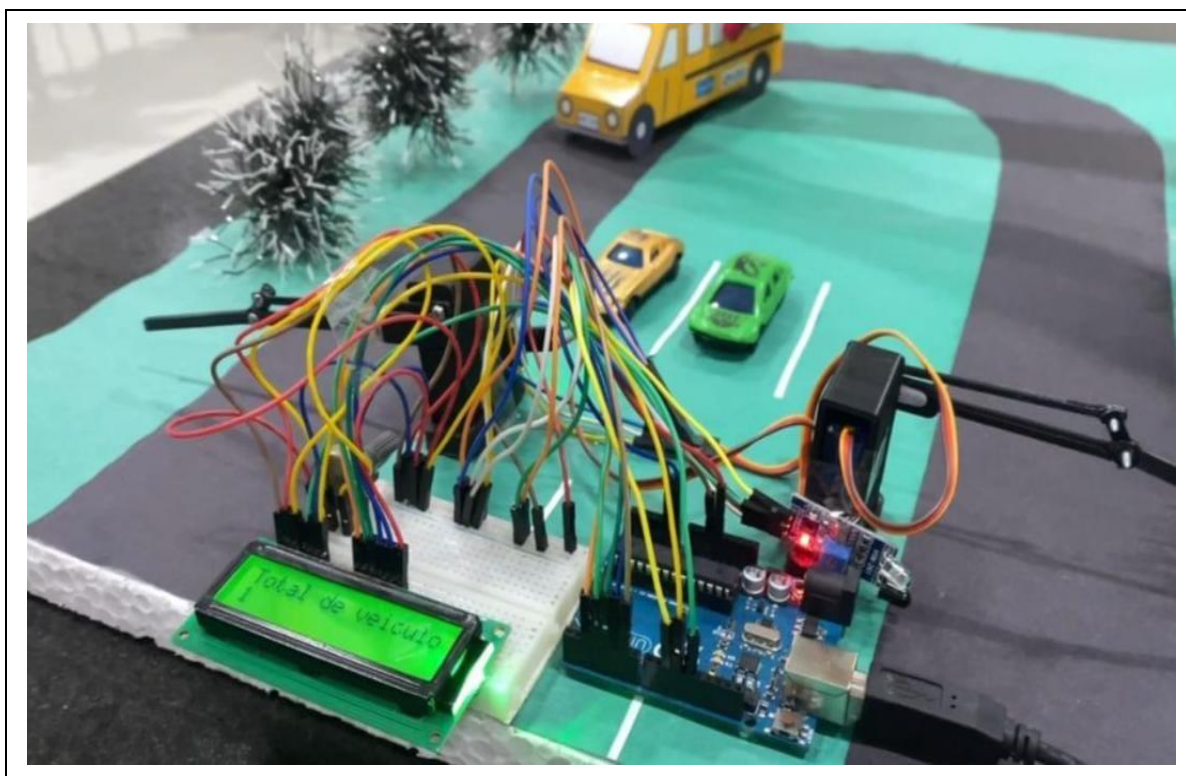
**Figura 12:** Demonstração de circuito em teste – Parte 2



Fonte: Autor (2022)

Por fim, a figura 13 representa a maquete em seu estado final, na qual foi desenvolvida a partir do modelo teste e executou se com êxito a programação. A programação deste protótipo possui a finalidade de levantar a cancela por 10 segundos, sendo que, a partir da identificação do movimento próximo ao sensor infravermelho e após a passagem do veículo, ao atingido o tempo de permanência programado na posição vertical, o objeto retornará à posição horizontal. A cada entrada e saída de veículos no pátio da universidade será informado por meio de um display informativo o número de veículos estacionados permitindo assim um controle efetivo sobre a quantidade de veículos estacionados.

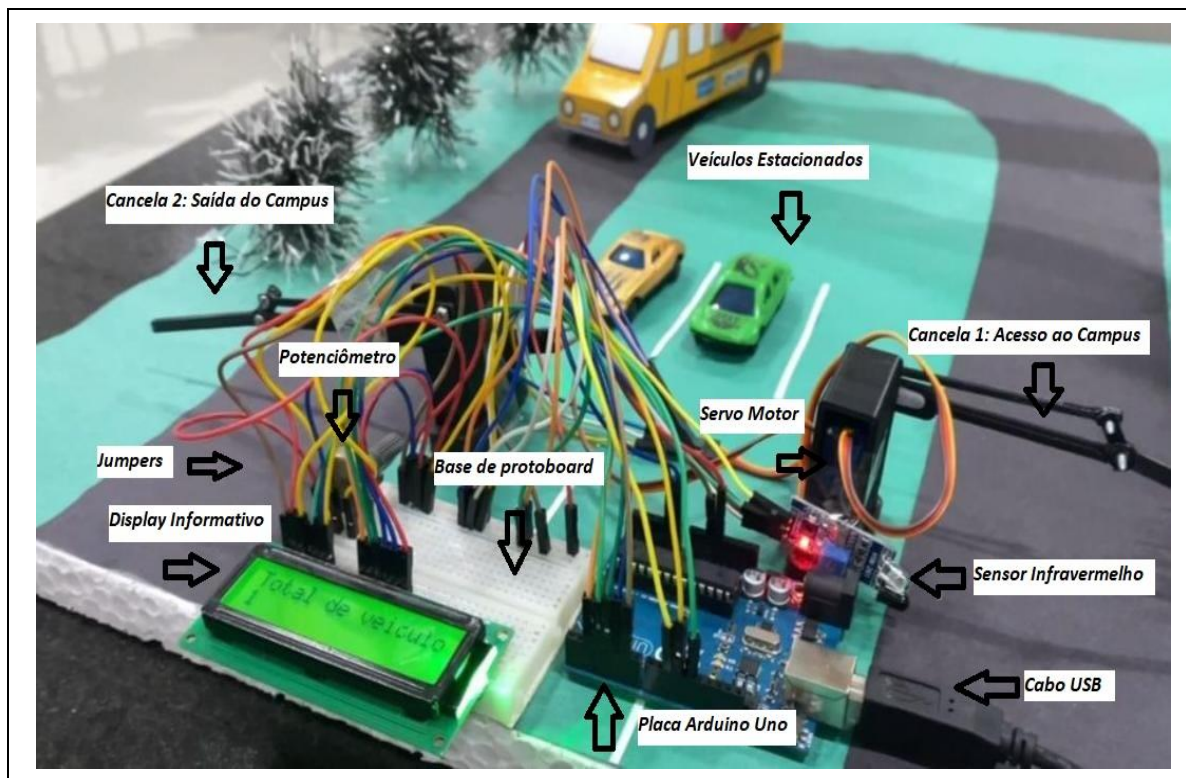
**Figura 13:** Maquete finalizada



Fonte: Autor (2022)

A seguir, a figura 14 trás a maquete em sua forma final com a indicação da disposição de cada componente utilizado para seu funcionamento em forma de legenda.

**Figura 14:** Maquete finalizada indicando seus componentes



Fonte: Autor (2023)

## CONCLUSÃO

De acordo com trabalho realizado foi possível construir um protótipo em escala reduzida de uma cancela. O projeto 3D realizado permitiu desenvolver um estudo inicial sobre o espaço de aplicação, no qual foi possível diante de representação gráfica desenhar o modelo de maquete e os componentes a ser utilizados para a realização do protótipo da cancela. Dessa forma, por meio da programação desenvolvida através do software Arduino IDE pôde-se verificar a viabilidade da execução da programação em ambiente Arduino conforme exposto nos resultados deste trabalho.

Através da elaboração dos desenhos 3D e da representação do circuito elétrico foi possível confirmar a montagem da maquete e alocação de seus componentes no protoboard com sucesso. Os resultados práticos obtidos demonstram que a implantação da cancela no campus da universidade se torna viável por permitir o controle de acessos de veículos que estacionam e circulam dentro do local, trata-se de um projeto com custo benefício pois sua implantação e manutenção não gera altos custos e permite um monitoramento de forma segura à organização.

Diante do exposto, conclui-se que o objetivo deste trabalho foi atingido, visto que por meio do desenvolvimento de todas as etapas deste, foi possível explorar os procedimentos

de aprendizagem por projetos, complementando os campos de estudos dentro da disciplina de Engenharia de Produção. Como sugestão, indica-se que seja implementado em projetos futuros o estudo e desenvolvimento do projeto de implantação de uma cancela em escala real, abordando em mais detalhes a execução deste protótipo, tais como a aplicação de políticas patrimoniais, de acesso e circulação dentro do campus UNIFIO, nas quais venham gerir de forma adequada as operações da instituição.

## REFERÊNCIAS

ALHAK, Said Hikmat A. **Estacionamento Inteligente**. Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas (FATECS), Brasília, 2011. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/3139/2/20516680.pdf>  
Acesso em: 26. mar. 2023

ALVES, Valdinei de Almeida. **Projeto de cancela eletrônica de controle automático**. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Salvador, 2012. Disponível em: <https://www.monografias.com/pt/trabalhos-pdf/projeto-cancela-eletronica-controle-automatico/projeto-cancela-eletronica-controle-automatico.pdf>. Acesso em: 26 mar 2023.

CASA DA ROBÓTICA. **20x Cabo Jumper Macho x Fêmea 20 cm, 2023**. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/prototipagem-e-ferramentas/prototipagem/cabos/20x-cabo-jumper-macho-x-femea-20-cm>. Acesso em: 26 mar 2023.

CASA DA ROBÓTICA. **Potenciômetro 1k Linear Estriado 15mm WH148 B5K, 2023**. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/potenciometro-1k-linear-estriado-20-mm-wh148-b5k-l20-arduino>. Acesso em: 26 mar 2023.

CASA DA ROBÓTICA. **Sensor de Obstáculo Reflexivo Infravermelho IR, 2023**. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/sensor-de-obstaculo-reflexivo-infravermelho-ir-arduino-pic>. Acesso em: 26 mar 2023.

HIKARI, Ferramentas. **Protoboard, 2023**. Disponível em: <https://www.hikariferramentas.com.br/protoboard/97/104/>. Acesso em: 26 mar 2023.

NETO, Arlindo; OLIVEIRA, Yan de. **Eletrônica analógica e digital aplicada à IoT: aprenda de maneira descomplicada**. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2017. E-book. ISBN 9788550816098. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788550816098/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MARCONDES, José Sérgio. **Sistema de controle de acesso: O que é? Definições e como funciona**. Blog Gestão de Segurança Privada, 2020. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/sistema-controle-de-acesso-definicoes-como-funciona/> Acesso em 26 mar. 2023



RALCOMP, Componentes Elétricos. **Arduino Uno**, 2023. Disponível em: <https://www.ralcomp.com.br/produto/arduino-uno/>, Acesso em: 26 mar. 2023.

ROSÁRIO, Victor Aguiar do. **Automação do controle e monitoramento de veículos de um estacionamento**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Divinópolis, 2018. Disponível em: <https://www.demdv.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/54/2019/04/Victor-Rosario.pdf> Acesso em: 27 mar. 2023

TECMUNDO. **O que são Jumpers?** Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/placa-mae/1385-o-que-sao-jumpers-.htm> Acesso em: 26 mar. 2023.

TECSEVEN. **Cancela para estacionamento com cartão, 2023**. Disponível em: <https://www.tecsevenautomacao.com.br/cancela-estacionamento-cartao>. Acesso em: 26 mar 2023.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores industriais**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536533247. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533247/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

VIDA DE SILÍCIO. **Micro Servo Motor SG90 9g, 2023**. Disponível em: <https://www.vidadesilicio.com.br/produto/micro-servo-motor-sg90/>. Acesso em: 26 mar 2023