

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-
GRANDENSE - CÂMPUS PASSO FUNDO
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET**

RICARDO CASANOVA

**CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA DE VEÍCULOS E MAPEAMENTO
EM ESTACIONAMENTOS UTILIZANDO SENSORES**

Adilso Nunes de Souza

PASSO FUNDO

2016

RICARDO CASANOVA

**CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA DE VEÍCULOS E MAPEAMENTO
EM ESTACIONAMENTOS UTILIZANDO SENSORES**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Câmpus Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador: Adilso Nunes de Souza

PASSO FUNDO

2016

RICARDO CASANOVA

**CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA DE VEÍCULOS E MAPEAMENTO EM
ESTACIONAMENTOS UTILIZANDO SENSORES**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em ____/____/____ como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet

Banca Examinadora:

Adilso Nunes de Souza

Jair José Ferronato

Élder Francisco Fontana Bernardi

Coordenação do Curso

PASSO FUNDO

2016

*Aos meus pais pela compreensão, força
e amor constantes. Aos amigos pelo apoio,
incentivo e coragem em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e a oportunidade de realizar este desafio.

Aos meus pais por todo apoio e coragem recebidos durante esta longa caminhada, onde também o amor e incentivo incondicionais se fizeram presentes para que eu concluísse meu objetivo, que é consagrado na conclusão do curso.

Agradeço também ao meu orientador, Professor Me. Adilso Nunes de Souza, que não mediu esforços e dedicou-se constantemente nas orientações deste projeto, sempre proporcionando a oportunidade do aprendizado. Agradeço a todos os professores do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Passo Fundo pelo auxílio, apoio, suporte, incentivo e disponibilidade prestados durante o decorrer do curso. Também fica o meu agradecimento a todos os servidores do *campus* pela ajuda prestada aos alunos.

No andamento deste percurso, tive uma vida acadêmica ativa, tendo também a oportunidade de participar de um projeto de extensão.

Por fim, agradeço aos meus colegas e amigos pela compreensão nos momentos em que me fiz ausente e ajuda prestada nos momentos mais difíceis desta caminhada.

“A inovação é o que distingue
um líder de um seguidor.”

Steve Jobs

RESUMO

Com o intuito de solucionar o problema de inúmeros estacionamento, ou seja, a falta de informações sobre a quantidade de vagas existentes em um estacionamento, e também a identificação sobre quais delas estão ocupadas e disponíveis, foi desenvolvido um dispositivo através da utilização de sensores e da programação com a plataforma Arduino, capaz de informar a quantidade e local das vagas do estacionamento. Para obter os resultados foram simuladas situações de entrada e saída de veículos em um estacionamento criado sobre uma maquete, sendo assim, conforme um veículo ocupa uma vaga do estacionamento, é contabilizada uma vaga a menos e após a sua saída, uma vaga a mais. Visando facilitar para os condutores, sobre cada uma das vagas do estacionamento existem dois sinalizadores que foram simulados com LED. Um LED possui a cor verde, demonstrando ao motorista que aquela vaga está disponível, e o outro LED possui a cor vermelha, indicando ao condutor que a vaga está ocupada por outro veículo, sendo assim, é possível evitar até mesmo que o motorista perca de tempo procurando uma vaga no interior do local. Para evitar que um condutor acesse o estacionamento para, só então, descobrir se há vagas disponíveis ou não, foi instalado um visor na entrada do estacionamento que informa a quantidade de veículos que estão no estacionamento, e o limite total comportado pelo mesmo. Sendo assim, chegou-se à conclusão de que o Arduino em conjunto com os sensores tornou-se uma alternativa para resolver a problemática da quantidade de vagas disponíveis e mapeamento de estacionamento cobertos.

Palavras-chave: Estacionamento. Sensores. Arduino.

ABSTRACT

In order of solve the problem of the numerous parking lots of the city of Passo Fundo, that is, the lack of information about the number of vacancies in a parking lot, and also the identification of which ones are occupied and available, it developed a device through the use of sensors and programming with the Arduino platform, able to report the amount and location of parking spaces. For the results were simulated input situations and vehicle output in a parking lot built on a model, therefore, as a vehicle occupies a parking space, it is accounted a place unless and after departure, a place more. To facilitate for drivers on each of the parking spaces there are two flags that were simulated with LED. An LED has green color, showing the driver that that job is available, and the other LED has the color red, indicating to the driver that the seat is occupied by another vehicle, so it is possible to avoid even the driver lose time looking for a job within the site. To prevent a driver to access the parking, only then find out if there are places available or not, a display was installed at the parking entrance that tells you the number of vehicles that are in the parking lot, and the total limit behaved the same.

Keywords: Parking. Sensors. Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Resumo da Placa Arduino UNO.....	15
Figura 2: Ilustração saída analógica de acordo com grandeza física.....	16
Figura 3: Ilustração saída digital de acordo com grandeza física.....	17
Figura 4: Micro-Switches e chaves de fim de curso.....	18
Figura 5: Elemento foto-sensível que tem a luz incidente interceptada por parte móvel	19
Figura 6: Representação do princípio de funcionamento do sensor térmico.....	19
Figura 7: Sensores capacitivos	20
Figura 8: Representação de sensor indutivo.....	21
Figura 9: Funcionamento de sensor ultrassônico.....	21
Figura 10: Aspecto físico e símbolo do fototransistor e Led Infra Vermelho.	22
Figura 11: Cancela de estacionamento fixa	24
Figura 12: Cancelas portáteis de estacionamento	25
Figura 13: Metodologia seguida para desenvolvimento do projeto.....	29
Figura 14: Cabos para comunicação dos sensores.....	33
Figura 15: Instalação dos LED's infravermelhos na maquete	33
Figura 16: Maquete com telhado sobre as vagas	34
Figura 17: Programação Arduino	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFSUL – Instituto Federal Sul-rio-grandense

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

LED – Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1	Motivação	10
1.2	Objetivos	11
1.3	Objetivo Geral	11
1.4	Objetivos Específicos.....	11
1.5	Estrutura da Monografia	11
2	ESTUDOS REALIZADOS	12
2.1	Arduino	12
2.2	Utilização do Arduino	14
2.3	Arduino UNO.....	14
2.4	Sensores.....	15
2.5	Sensores Infravermelhos	22
2.6	Estacionamentos	23
2.7	Sensores em Estacionamentos	26
2.8	A Comunicação entre os Sensores e a Programação Arduino	27
3.	METODOLOGIA	29
3.1	Etapas do Fluxograma:	30
3.2	Materiais utilizados:	32
3.3	Ferramentas.....	32
3.4	Desenvolvimento	32
3.5	Testes	36
4.	RESULTADOS OBTIDOS.....	37
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Os estacionamentos privados da cidade de Passo Fundo deparam-se com problemas como a falta informações sobre suas vagas, que segundo os gestores dos estacionamentos, este é um problema apontado com um grau de gravidade alto. Ao realizar uma pesquisa de campo percebeu-se esta deficiência, e para sanar este problema, foi realizado o projeto e desenvolvimento de um dispositivo para controle da entrada, saída e mapeamento das vagas utilizando uma solução de baixo custo. Foi realizada uma análise com os tipos de sensores disponíveis no mercado e utilizados neste cenário focando nos sensores de presença e infravermelho.

A situação atual dos estacionamentos da cidade é preocupante, tendo em vista que 80% dos entrevistados no período de agosto a dezembro de 2015 possui algum sistema gerenciador instalado, porém raramente são encontradas informações sobre a situação das vagas, que podem ser classificadas como disponíveis ou ocupadas. Também não existem nos estacionamentos nada que informe de forma automática, se um veículo pode adentrar ao estacionamento ou não, se o usuário irá encontrar uma vaga disponível para estacionar ou apenas perder tempo buscando, outro fator também considerado importante foi que 60% dos estacionamentos não estão dispostos a investir um grande valor em um gerenciador, todavia 80% dos estacionamentos entrevistados na pesquisa de campo aprovaram a ideia de identificar as vagas com luzes verdes ou vermelhas para que o condutor localize de forma mais rápida e fácil uma vaga.

1.1 Motivação

Para o desenvolvimento do projeto, inicialmente foi verificada uma deficiência que a cidade de Passo Fundo passa em relação aos estacionamentos privados cobertos. Com o aumento significativo de usuários que dependem deste serviço, faz-se necessário também a utilização de um sistema capaz exibir informações sobre as vagas dos mesmos.

A partir desta informação, este trabalho foi elaborado e desenvolvido com o intuito de mostrar como deve ser um sistema que exibe a quantidade de vagas disponíveis no interior de um estacionamento. Outro fato que motivou o

desenvolvimento deste trabalho foi a perda de tempo e dificuldade encontrada cada vez que se fazia necessário localizar uma vaga já no interior do estacionamento.

1.2 Objetivos

Em seguida, são exibidos o objetivos geral e objetivos específicos, sendo o objetivo geral o principal motivo do desenvolvimento e os específicos, sendo detalhes sobre o que buscou-se atingir com o sistema proposto.

1.3 Objetivo Geral

Projetar e desenvolver um dispositivo para controlar a entrada e saída de veículos e realizar o mapeamento de estacionamentos através do uso de sensores e plataforma Arduino na entrada, saída e vagas.

1.4 Objetivos Específicos

- Analisar sensores para utilizar em estacionamentos cobertos.
- Demonstrar a transmissão de dados entre os sensores e o sistema desenvolvido.
- Estudar os sensores selecionados para o estacionamento.
- Estudar a programação na plataforma Arduino.
- Desenvolver o sistema informatizado como estudo de caso.
- Realizar testes no sistema proposto.

1.5 Estrutura da Monografia

Este trabalho de conclusão está dividido em 7 capítulos, onde o primeiro contém a introdução, as motivações e os objetivos que levaram ao desenvolvimento do projeto.

Capítulo 2: Neste capítulo encontram-se os estudos realizados sobre as tecnologias utilizadas, além de uma breve explicação sobre cada uma das partes necessárias para compor todo o trabalho. Nas explicações encontram-se informações, além das tecnologias, sobre os estacionamentos.

Capítulo 3: Possui a metodologia do trabalho, que apresenta como o trabalho foi desenvolvido e o que foi realizado em cada uma das etapas.

Capítulo 4: No presente capítulo, estão os resultados obtidos onde são expostos dados sobre o que funcionou, viabilidade do sistema e os benefícios trazidos pelo desenvolvimento do projeto.

Capítulo 5: São apresentadas as considerações finais.

2 ESTUDOS REALIZADOS

No presente capítulo são apresentados conceitos e informações sobre as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do projeto, além de um breve histórico sobre as mesmas. Os assuntos abordados nessa seção estão divididos em cada uma das partes principais, que são as tecnologias, o estacionamento e as informações.

2.1 Arduino

O Arduino foi iniciado em 2005, na cidade de Ivrea, na Itália. Com o intuito de produzir uma plataforma barata para os estudantes de design trabalharem com tecnologia, o professor Massimo Banzi discutiu o seu problema com o pesquisador visitante David Cuartielles da Universidade de Malmö, na Suécia, pois o pesquisador procurava uma solução parecida, assim foi criado o Arduino. Os produtos que existiam no mercado eram de difícil utilização e caros. O objetivo de Banzi e Cuartielles era desenvolver um microcontrolador que pudesse ser utilizado pelos seus alunos de arte e design nos projetos, e também que os alunos fossem capazes de comprar, ou seja, o preço deveria ser menor do que o estudante gastasse para comer uma pizza, e outra exigência era que qualquer pessoa pudesse utilizar a plataforma. A placa foi desenhada por David Cuartielles, o *software* responsável pela execução da placa foi programado pelo aluno David Mellis, o engenheiro local Gianluca Martino foi responsável por ajudar os alunos com seus projetos e também concordou em produzir a primeira tiragem com duzentas placas.

A palavra Arduino faz referência a um bar local frequentado pelos alunos e membros do corpo docente da universidade. Outros designers e artistas também

quiseram utilizar a placa em seus projetos. Sua popularidade aumentou quando o público geral percebeu a facilidade de utilização, baixo custo e usabilidade da placa. O projeto original obteve melhorias com o passar do tempo, que resultaram em novas versões que foram introduzidas no mercado. As placas Arduino são vendidas no mundo todo por meio de distribuidores.

O Arduino foi escolhido para o projeto, pois possui hardware livre e inúmeras funcionalidades e extensões, capazes de facilitar a programação e funcionamento correto do que é proposto pelo projeto.

Segundo Cardoso:

O projeto Arduino tem como objetivo oferecer uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source (código aberto), onde a documentação para a elaboração da placa eletrônica é disponibilizada para os usuários em seus sites de projeto. O projeto Arduino disponibiliza para download o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), para a programação da placa eletrônica, fornecendo Linux e possui uma linguagem de programação baseada no projeto Wiring. Além disso, essa plataforma possui um baixo custo (p. 35, 2014).

O que motivou a escolha da utilização do Arduino para a elaboração do projeto, ao invés de outras plataformas que possuem a mesma função de desenvolvimento de micro controladores foi a facilidade de sua utilização, pois através dele é possível criar sistemas capazes de interagir com o ambiente externo através de hardware e software. McRoberts (2011) diz que o hardware e o software do Arduino são de fonte aberta, ou seja, o código, os esquemas, o projeto etc. podem ser utilizados livremente por qualquer pessoa e com qualquer objetivo. Dessa forma, há muitas placas semelhantes, que são baseadas no Arduino e estão disponíveis para compra, ou até mesmo podem ser criadas a partir de um diagrama.

O módulo Arduino é utilizado em inúmeras situações, geralmente visando resolver problemas das áreas industriais, domésticas e outras. Segundo o autor do livro “Arduino Básico” McRoberts:

Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software (P. 22, 2011).

Como pode-se constatar através do estudo apresentado até então, o Arduino é de fácil utilização, abrangendo o emprego deste em inúmeras áreas da tecnologia, que são exibidas no capítulo 2.2 deste trabalho.

2.2 Utilização do Arduino

O micro controlador Arduino é um dispositivo que cabe na palma da mão e pode ser usado nas mais diversificadas áreas, conforme é apresentado no artigo capítulo 1 do livro “Arduino em ação”, entre elas estão vídeo games, robôs guiados por linha e principalmente na área de automação.

Sobre os robôs guiados por linha, existem inúmeros pacotes de materiais que são facilmente encontrados no comércio online para iniciar estudos sobre robótica, os pacotes para iniciantes custam em média US\$100,00 em países como Estados Unidos e China, e os mesmos materiais no Brasil custam R\$550,00.

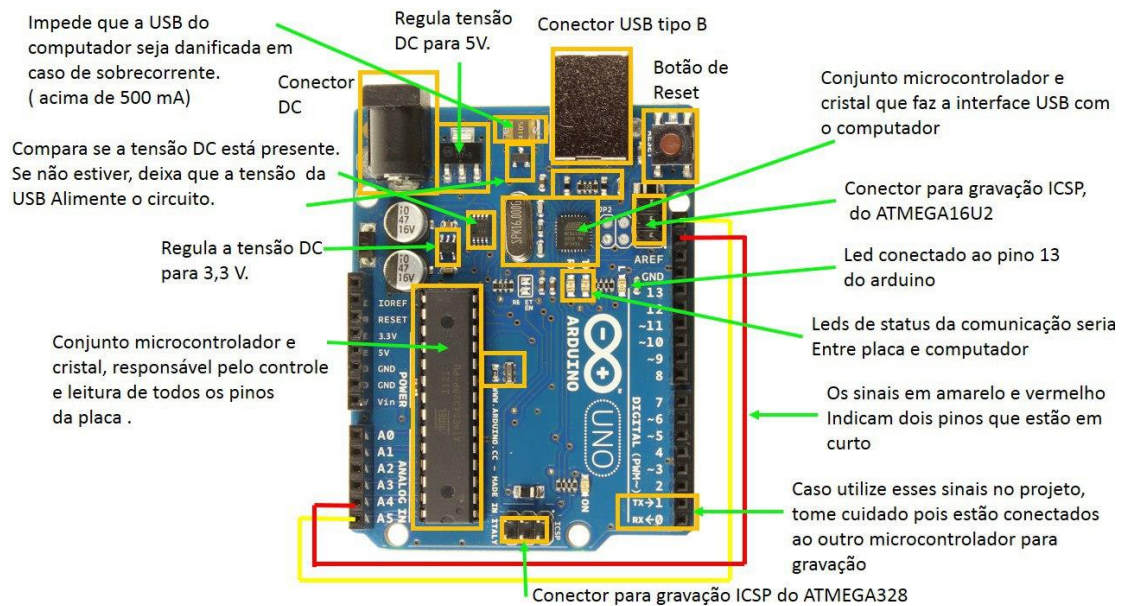
2.3 Arduino UNO

O Arduino UNO foi apresentado em 2010, sendo compatível com Arduinos de modelos anteriores.

A diferença mais notável entre o Arduino UNO e as versões anteriores, foi o fato deste possuir um microcontrolador como um conversor USB para Serial, que pode ser reprogramado. Esta versão do Arduino também é integrada por uma tensão de 3,3V. Para obter informações técnicas sobre o Arduino UNO consulte o apêndice A.

A figura 1 mostra o layout da placa Arduino e faz uma breve explicação sobre os componentes que a compõe.

Figura 1: Resumo da Placa Arduino UNO



Fonte: Embarcados – Arduino UNO

O módulo Arduino é utilizado por inúmeras áreas atualmente, pois é uma ótima opção multiuso devido a programação que pode ser reproduzida sobre ele.

2.4 Sensores

Conforme o prof. Marcelo Wendling, em 2010, sensor é um termo utilizado para nomear dispositivos que são sensíveis à algum modo de energia do ambiente, podendo ser esta energia luminosa, térmica, cibernética, e até mesmo fatores naturais como temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, entre outros fatores.

2.4.1 Tipos de Sensores

No mercado atual, estão disponíveis inúmeros tipos de sensores, que são utilizados nas mais diversas aplicações. Nesta etapa do projeto são exibidos cada

um dos sensores estudados e também é apresentada uma breve explicação sobre eles.

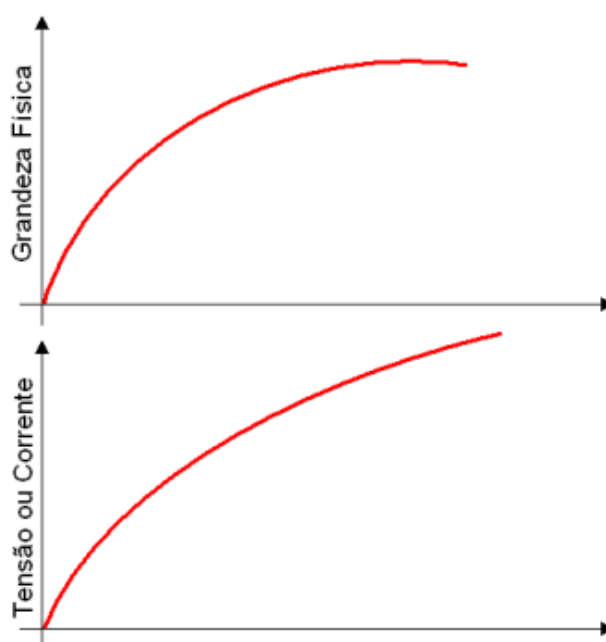
1. Sensor Analógico
2. Sensor Digital
3. Sensor Mecânico
4. Sensor Fotoelétrico
5. Sensor Térmico
6. Sensor Capacitivo
7. Sensor Indutivo
8. Sensor Ultrassônico

2.4.1.1 Sensor Analógico

Os sensores analógicos são dispositivos mais comuns, pois baseiam-se nos sinais deste tipo, que são os sinais que mesmo limitados entre dois valores de tensão podem assumir incontáveis valores médios.

Na figura 2 é ilustrada uma grandeza física (temperatura) e sua saída de forma analógica.

Figura 2: Ilustração saída analógica de acordo com grandeza física



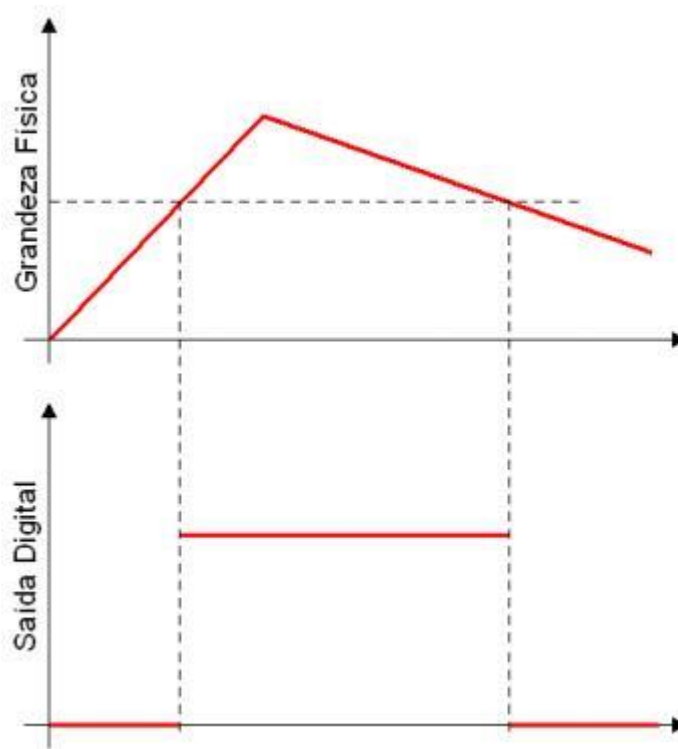
Fonte: Prof. Marcelo Wendling

2.4.1.2 Sensor Digital

Os sensores digitais podem assumir apenas dois valores, que são definidos como alto ou baixo, ou simplesmente 1 e 0. Estes sensores são muito utilizados em aplicações como a detecção de passagem de objetos. Com estas informações já foi identificado que este tipo de sensor seria útil e essencial para o desenvolvimento do projeto, porém outros sensores ainda precisavam ser analisados.

Na figura 3 é ilustrada uma grandeza física e representação de forma digital.

Figura 3: Ilustração saída digital de acordo com grandeza física



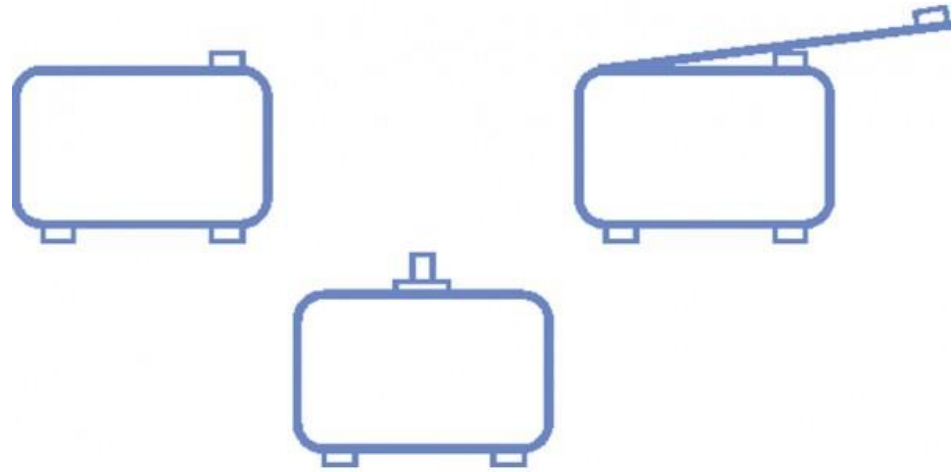
Fonte: Prof. Marcelo Wendling

2.4.1.3 Sensor Mecânico

Os sensores mecânicos são sensíveis a movimentos, posições ou presença, porém utilizam recursos mecânicos como chaves. Nos sensores mecânicos também leva-se em conta sua vida útil, pois por se tratar de peças móveis, estas estão sujeitas a desgastes e quebras. Como o objetivo é possuir um sistema automatizado para cada vaga do estacionamento, a utilização deste sensor foi descartada.

Na figura 4 são exibidos *micro-switches* e chaves de fim de curso.

Figura 4: Micro-Switches e chaves de fim de curso



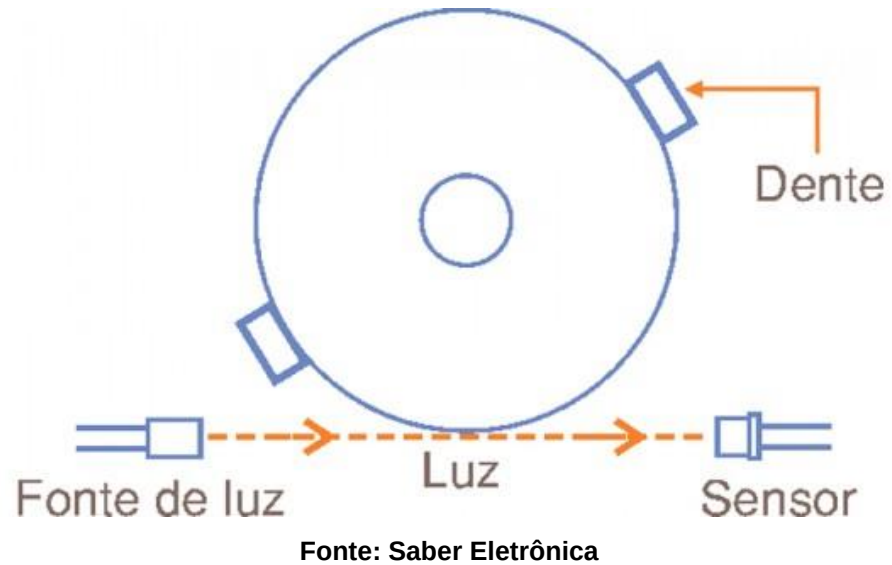
Fonte: Saber Eletrônica

2.4.1.4 Sensor Fotoelétrico

Os sensores fotoelétricos funcionam com luz, portanto sua velocidade de operação é muito superior em relação aos sensores mecânicos e também não possuem peças móveis sujeitas a desgastes ou quebras. Este tipo de sensor também pode ser empregado em infinitas aplicações, pertencentes as mais diversas áreas. Os fototransistores estão inclusos nos sensores fotoelétricos, estes possuem uma grande vantagem que está no fato de sua curva possuir grande sensibilidade no ponto de emissão de fontes comuns, principalmente LED infravermelho, que são outro componente deste projeto.

Como é possível constatar, na figura 5 está o tipo mais simples de sensor fotoelétrico.

Figura 5: Elemento foto-sensível que tem a luz incidente interceptada por parte móvel

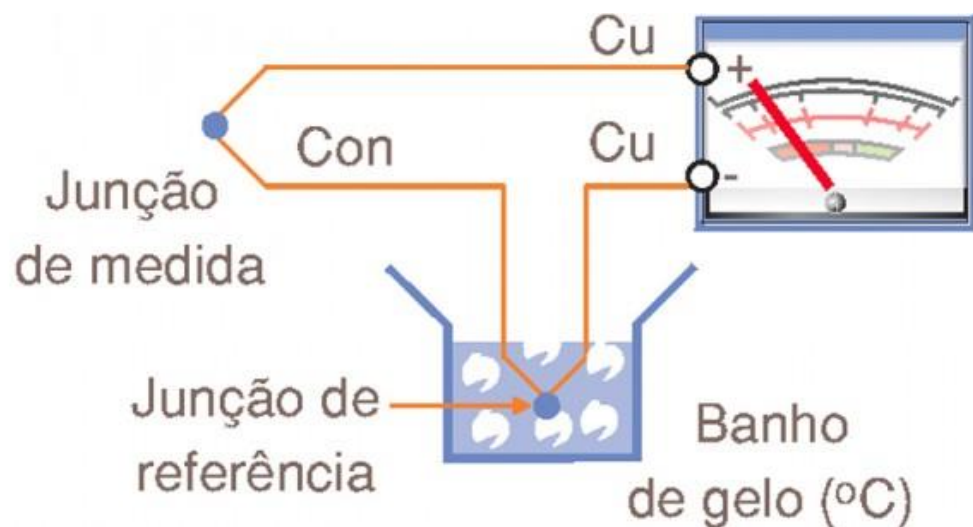


2.4.1.5 Sensor Térmico

Os sensores térmicos atuam sobre circuitos em função da variação da temperatura do ambiente em que se encontram. Como a temperatura do ambiente não possui influência alguma, torna-se uma informação irrelevante para este projeto, descartando assim a possibilidade de uso deste sensor.

Na figura 6 é apresentado o funcionamento do sensor térmico.

Figura 6: Representação do princípio de funcionamento do sensor térmico



2.4.1.6 Sensor Capacitivo

Os sensores capacitivos são projetados para funcionar com a geração de um campo eletrostático e detectar mudanças neste campo. Algumas aplicações onde pode-se encontrar esses sensores são em alarmes, sensores de níveis de líquidos em reservatórios.

Na figura 7 é possível ver alguns sensores deste tipo.

Figura 7: Sensores capacitivos

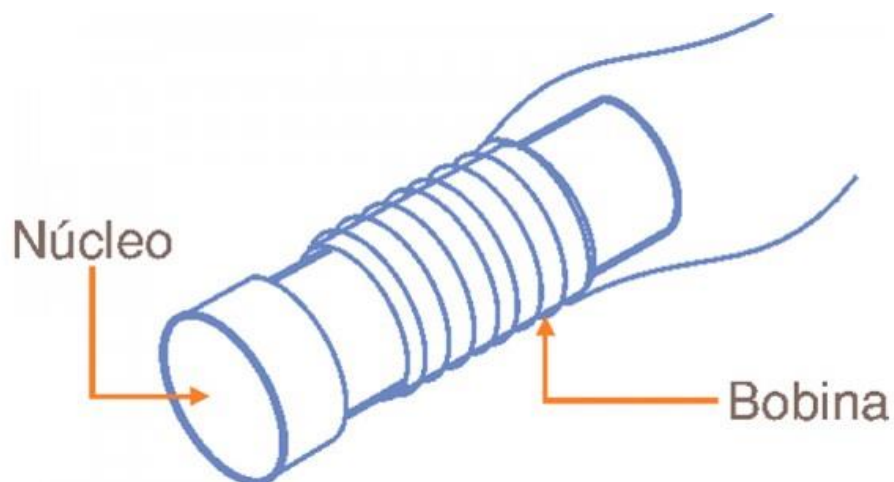


Fonte: Saber Eletrônica

2.4.1.7 Sensor Indutivo

Os sensores indutivos são emissores de sinal capazes de detectar materiais metálicos que passem pelo seu campo magnético, não sendo necessário contato direto. Geralmente estão presentes em aplicações que consistem na detecção de presença de objetos, proximidade de objeto e passagem.

Na figura 8 pode-se verificar como é a confecção de sensores indutivos.

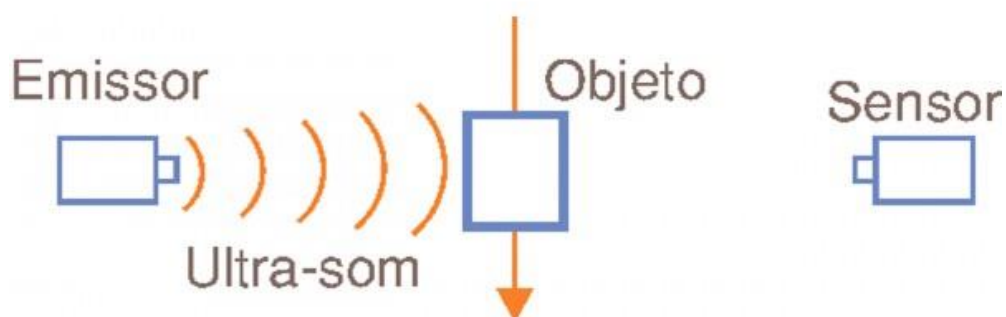
Figura 8: Representação de sensor indutivo

Fonte: Saber Eletrônica

2.4.1.8 Sensor Ultrassônico

Os sensores ultrassônicos é muito utilizado na detecção de objetos em curta distância, desde que estes objetos não sejam muito pequenos, e sejam capazes de refletir a radiação. São geralmente utilizados em projetos onde meios sujeitos a interferência não funcionam bem.

Na figura 9 é apresentado o funcionamento do sensor ultrassônico.

Figura 9: Funcionamento de sensor ultrassônico

Fonte: Saber Eletrônica

2.5 Sensores Infravermelhos

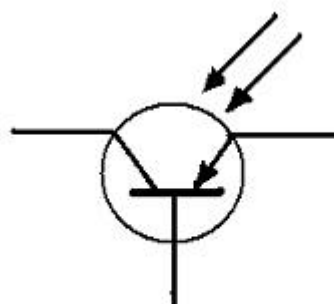
Existem dois tipos de sensores infravermelhos, sendo classificados como ativo e passivo. No caso deste projeto foram utilizados sensores infravermelhos ativos, que são compostos por um emissor de luz infravermelha. Os sensores passivos, por sua vez, são os sensores que acendem luzes nas áreas comuns de condomínios.

Os sensores ópticos são componentes para sinalização e comando, que são capazes de detectar a existência de qualquer material sem que se faça necessário o contato mecânico entre eles. O funcionamento dos sensores estão baseados na existência de um emissor e um receptor. Os requisitos básicos para que o perfeito funcionamento do conjunto ocorra, são divididos em três: Limpeza, dimensão e instalação. O *datasheet* do transistor TIL78 pode ser consultado no ANEXO A.

Figura 10: Aspecto físico e símbolo do fototransistor e Led Infra Vermelho.



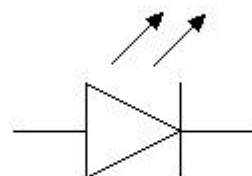
Fototransistor TIL78



Símbolo do Fototransistor



Led Infra Vermelho



Símbolo do Led Infra Vermelho

Fonte: Laboratório de Eletrônica

Como a plataforma Arduino não possui um sistema operacional, não é possível a instalação de um banco de dados convencional, portanto, torna-se assim, inviável o armazenamento de dados nessa estrutura.

2.6 Estacionamentos

A maior parte dos estacionamentos possui um padrão de coordenação, assim como enfatiza Araújo:

Geralmente a área de estacionamento é operada com uma estrutura reduzida, composta por um quadro funcional distribuído da seguinte forma: Liderado por um Coordenador ou supervisor de estacionamento o qual organiza os relatórios, determina o foco da operação como estratégia de resultado, programa treinamentos e correções nos procedimentos operacionais como; sinalização, sistema viário, atendimento Valet, postura quando no atendimento ao cliente, irregularidades na área de estacionamento observando os veículos estacionados (P. 15, 2011).

Atualmente, a maior parte dos estacionamentos faz uso do equipamento de barreiras, para controlar o tempo em que um veículo permanece no estacionamento, visando a geração de custos. As barreiras podem ser portáteis ou fixas, porém ambas possuem o mesmo objetivo, gerar custos.

Na figura 11 é possível ver um dos exemplos de cancela de estacionamento fixa.

Figura 11: Cancela de estacionamento fixa



Fonte: Gama7

As próprias barreiras portáteis são responsáveis pela impressão do papel de controle, na saída estes papéis são verificados por outra barreira portátil.

São usadas duas barreiras portáteis, onde a validação do ticket impresso pela primeira é feita pela segunda, e esta validação depende de como está a programação nestas barreiras.

Na figura 12 podem ser vistas as barreiras de estacionamento portáteis.

Figura 12: Cancelas portáteis de estacionamento



Fonte: Qualimais

De acordo com Christensen (1998), as barreiras de controle portáteis, são produzidas com um material levemente deformável, para que seja possível transportar e utilizar em qualquer local, ele também explica que há a comunicação entre as barreiras. Christensen ainda explica como é a posição de cada uma de suas partes, como montar e utilizar, podendo ampliar as configurações de utilização permitindo colocar num mesmo ambiente diversas barreiras.

2.6.1 Estado da Arte

Após o estudo de campo, obteve-se relatos a partir de gestores e operadores que os sistemas custam mais de 3 mil reais para implantação, exigem disponibilidade de espaço físico para fixação de cancelas e por isso boa parte dos estacionamentos não possuem nenhum sistema de gestão e controle.

Dois sistemas foram selecionados para estudo, um foi o sistema da empresa Nepos e outro da empresa Idonic, ambos não apresentam valor em seus respectivos sites, mas os dois estão aptos a oferecer produtos com cancelas fixas, que exigem o espaço relatado pelos gestores ou cancelas móveis, que podem ser utilizadas em um espaço menor. Ambas empresas também oferecem um serviço de impressão de relatórios a partir do sistema.

Os gestores e operadores também relataram que os sistemas possuem muitas características e relatórios desnecessários, mas acabam pagando por este serviço de muitas vezes nem é utilizado.

2.7 Sensores em Estacionamentos

São vários os tipos de sensores que podem vir a ser utilizados, dentre eles existem os mais sofisticados e os mais simples, os mais sofisticados consistem em sensores de pressão, ou sensores indutivos, que são os mesmos utilizados para medir a velocidade dos veículos na via, porém esses sensores necessitam de um investimento que em média custa R\$1.000,00, portanto pretende-se utilizar sensores ópticos, conhecidos popularmente como sensores de presença. Os sensores de presença que são eficientes e custam em média R\$15,00, fazendo destes, os escolhidos para a realização do projeto. O que pretende-se fazer é utilizar os sensores de presença para realizar a contagem de veículos, para ter certeza que existe um veículo para contar, serão utilizados dois sensores e eles estarão posicionados a uma distância de um metro do primeiro para o segundo, e então se os dois estiverem com seus sinais entre emissor e receptor interrompidos, significa que há um carro naquele local.

Boa parte dos estacionamentos na cidade de Passo Fundo que possuem algum tipo de controle, optam por escolher sistemas que gerem custo de acordo com

a impressão de um código de barras gerado pela própria cancela do estacionamento. Apenas um dos estacionamentos que participaram do estudo para concretização deste projeto possuía sistema com integração de câmera, porém, o gestor deste informou que o investimento foi muito alto e estaria disposto a trocar de gerenciador devido ao custo elevado.

Nenhum estacionamento dentre os pesquisados possui um tipo de sistema como o proposto por este trabalho, entretanto quando a proposta deste projeto foi apresentada, 100% dos entrevistados aprovou sobre o ponto de realizar uma contagem e mapeamento de vagas devido ao baixo custo.

Segundo a empresa Nepos, seus produtos de gerenciamento e controle são capazes de acompanhar as operações de entrada, saída e pagamento em tempo real, além de contar com mais de 120 tipos de relatórios de gerência, armazenamento em banco de dados, integração com outros sistemas de gestão e acesso remoto via internet para visualização dos relatórios. Enquanto isso, a empresa Idonic informa que seu sistema não necessita de supervisão no local, ainda controla estacionamentos de pequeno, médio ou grande dimensão, possui barreiras com haste de até 8 metros de comprimento, ajuste da velocidade de abertura e fechamento, luz de aviso, sistema anti congelamento (motor funciona mesmo com baixas temperaturas), uso intensivo durante 24 horas, controle eletrônico de movimentos, restrição de entradas indesejadas, integração com software IdPark e gestão de dados do software em tempo real.

2.8 A Comunicação entre os Sensores e a Programação Arduino

A comunicação na plataforma Arduino ocorre de forma serial, que é um recurso poderoso que torna possível a comunicação entre a placa e outro dispositivo, que neste caso específico são os sensores. Por meio do conversor USB para Serial que é realizado pelo circuito integrado na placa Arduino UNO, é possível realizar o upload do código para a placa. Esse canal é ligado aos pinos digitais RX e TX, que são ligados ao microcontrolador, que por sua vez, é responsável pela transformação do sinal para o computador por meio do USB.

O sinal de comunicação da placa é um TTL de 5V. Para comunicação com qualquer dispositivo que não tenha a mesma tensão é necessário um conversor de nível.

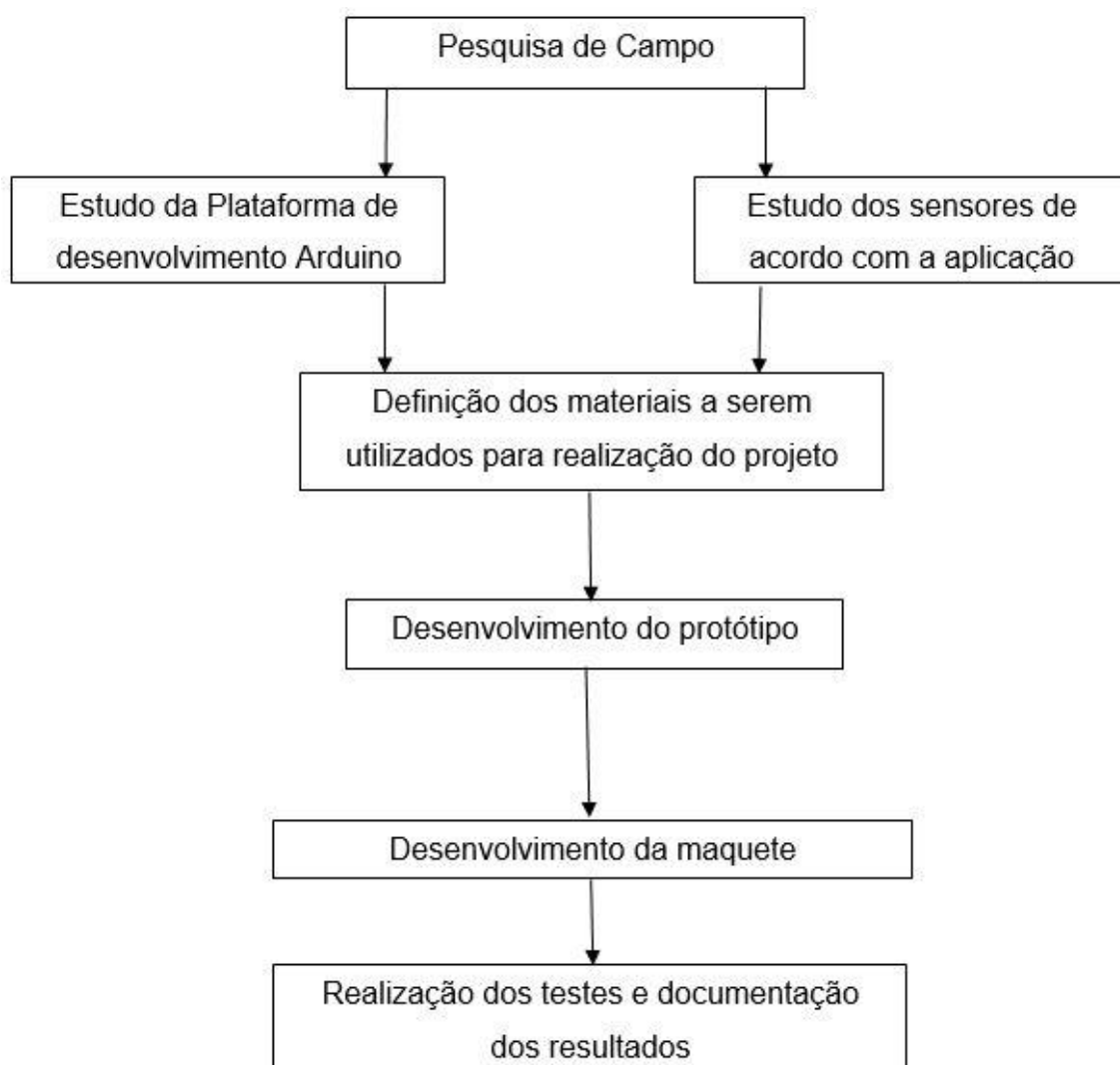
3. METODOLOGIA

De acordo com Gil (2002, p. 41), as pesquisas serão classificadas de acordo com os objetivos ou procedimentos técnicos da mesma. Gil ainda diz que existem diversos tipos de objetivos.

O trabalho desenvolvido possui cunho científico exploratório, pois seu objetivo foi buscar familiarização com apenas um determinado assunto. Para a familiarização foi preciso análises de exemplos e também entrevistas com pessoas da área estudada.

Os procedimentos metodológicos seguidos nesta pesquisa são apresentados na figura 13:

Figura 13: Metodologia seguida para desenvolvimento do projeto.



Fonte: do Autor

3.1 Etapas do Fluxograma:

1. Para definição do projeto, e identificação do problema a ser solucionado, foi realizada uma pesquisa de campo, indo até os locais onde existem estacionamentos e verificando os tipos de sistemas utilizados, com o intuito de gerar uma nova alternativa para os mesmos.
2. A partir da pesquisa de campo, fez-se necessário o estudo de plataformas de programação, identificando assim, qual das disponíveis no mercado, seria capaz de sanar os problemas de falta de controle e mapeamento em estacionamentos.
3. Ao saber que utilizando a plataforma Arduino seria possível resolver os problemas identificados, foram pesquisados os sensores que seriam capazes de realizar parte do controle em conjunto com a plataforma escolhida.
4. Após realizar o estudo sobre os temas definidos anteriormente, foi necessário tomar a decisão sobre quais materiais seriam utilizados para que o trabalho fosse capaz de apresentar os resultados esperados.
5. Após definir os materiais, foi desenvolvido um protótipo que realizou a identificação das vagas, utilizando LED's, simulando lâmpadas maiores que são utilizadas para identificar as vagas a longas distâncias. Um LED de cor verde estará sobre a vaga de estacionamento, indicando que a vaga em questão está disponível, se a vaga estiver ocupada será desligado este LED será desligado e um LED vermelho ligará.
6. A proposta do projeto foi criar um controle automatizado a fim de obter informações, em tempo real, que até então eram desconhecidas nos estacionamentos, como a quantidade e local das vagas ocupadas e disponíveis. Para que essa identificação ocorresse de forma mais precisa foram utilizados sensores comuns e de baixo custo, estes sensores são identificados como sensores infravermelhos emissores e receptores e são facilmente encontrados em lojas de componentes eletrônicos. Para identificar o local das vagas disponíveis, além dos sensores foram utilizados diodos emissores de luz (LED) que eram acesos ou apagados de acordo com a situação da vaga, ou seja, se a vaga estava ocupada era aceso um

LED vermelho, caso contrário, a vaga estava disponível e era aceso um LED verde, facilitando assim, a visão dos condutores para identificar os locais das vagas disponíveis.

7. Na sequência deste passo, foi desenvolvida uma maquete para uma apresentação e melhor visualização do sistema desenvolvido.
8. Para o desenvolvimento, foi estudada a programação na plataforma Arduino, e em seguida ocorreu o projeto e desenvolvimento do sistema como estudo de caso, para finalizar e chegar nos resultados e conclusões do projeto, foram executados testes envolvendo o sistema e a parte eletrônica. A comunicação entre a plataforma Arduino, os sensores e o computador de controle, será feita de forma serial e com o uso de cabos para que o risco de falhas seja menor que o risco de uma comunicação via wireless.
9. O último passo foi a realização e documentação dos testes na maquete desenvolvida para a apresentação final.

3.2 Materiais utilizados:

1. 1 Arduino UNO
2. 3 Sensores infravermelhos emissores
3. 3 Fototransistores TIL78
4. 6 LED's
5. 1 Isopor
6. 3 Carros de ferro
7. 2 Papéis cartão
8. Cabos para ligação eletrônica
9. Cola
10. Palitos
11. Plástico ondulado

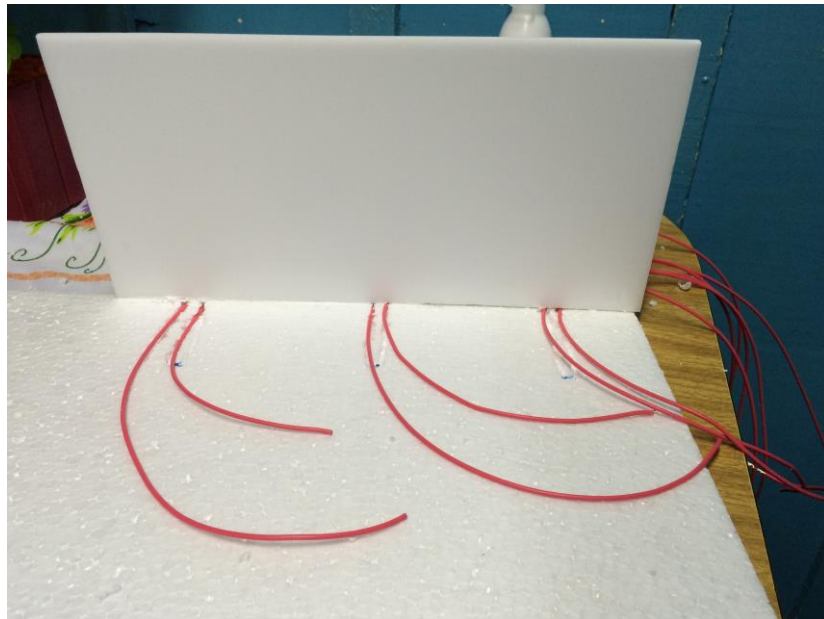
3.3 Ferramentas

As ferramentas utilizadas para a programação foi a própria placa Arduino, enquanto para os testes da parte eletrônica, foi utilizado além do Arduino UNO, uma plataforma chamada protoboard, os sensores e led's.

3.4 Desenvolvimento

O desenvolvimento da maquete foi iniciado primeiramente com a colocação dos cabos para que a alimentação necessária para o funcionamento ocorresse entre os LED's infravermelhos e o Arduino. Conforme podemos ver a figura 14, estão os cabos para comunicação dos sensores.

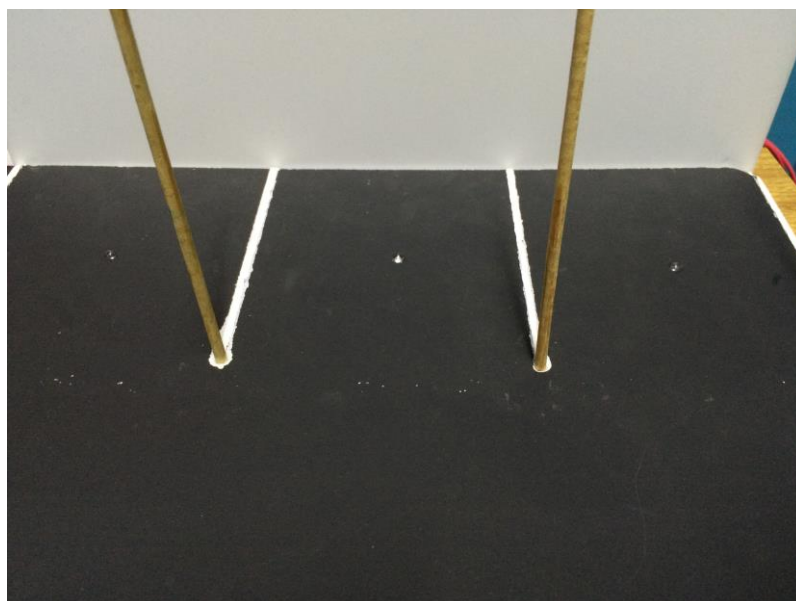
Figura 14: Cabos para comunicação dos sensores



Fonte: do Autor

Após a colocação dos cabos para os LED's, foram inseridos os infravermelhos mencionados, conforme pode ser visto na figura 15. Cada um foi inserido em uma vaga, pois estes são responsáveis pela emissão de luz que será lida pelo sensor, e por meio destes valores informar através da programação Arduino se o LED que deve permanecer aceso sobre a vaga é o de cor verde, ou vermelha.

Figura 15: Instalação dos LED's infravermelhos na maquete



Fonte: do Autor

No terceiro passo no desenvolvimento da maquete, foi necessário cobrir as vagas para que ficasse mais próximo do cenário real e também para efetuar os testes propostos no andamento do projeto. Como pode ser visto na figura 16, as vagas estão cobertas e para a sustentação do telhado foram utilizados palitos.

Figura 16: Maquete com telhado sobre as vagas



Fonte: do Autor

Na sequência foram instalados os sensores, estes também fazem comunicação com o Arduino por meio de cabos, esta comunicação têm por objetivo a alimentação e leitura dos dados recebidos pelos mesmos.

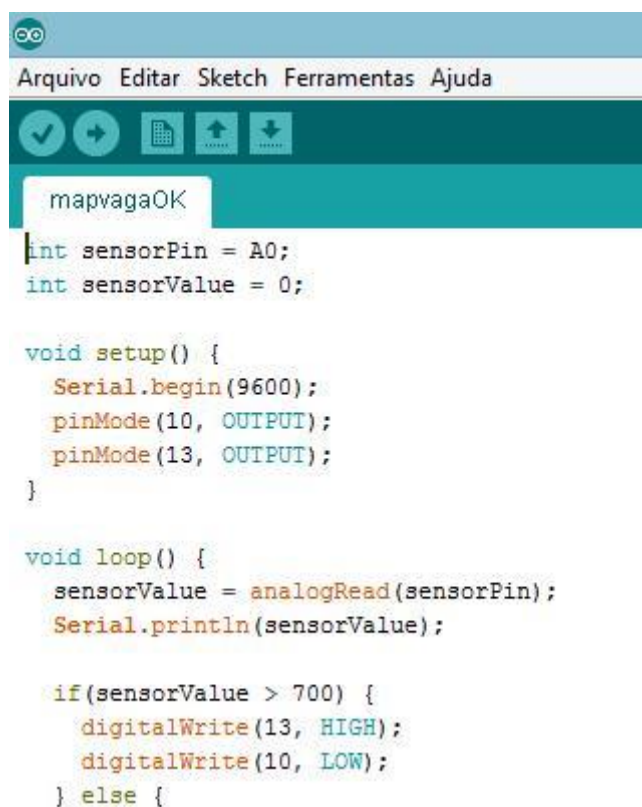
Com os sensores instalados, foi possível instalar os LED's, desta vez trata-se dos coloridos que ficarão sobre as vagas informando se está disponível ou ocupada. A comunicação com o Arduino também foi realizada por meio do uso de cabos flexíveis.

Após todos os componentes do projeto estarem instalados e em plena comunicação com o Arduino, falta apenas a programação nesta plataforma para que o funcionamento seja testado.

Na figura 17, podemos ver como é a base de programação Arduino e sua IDE de programação. A programação é relativamente simples, pois qualquer um que tenha noção básica de lógica e programação consegue iniciar com o Arduino, inicialmente estão sendo definidos o pino em que encontra-se o sensor que deve ser lido, e um valor pré definido para o valor do mesmo. Logo após, são definidos outros 2 pinos como saída para os LED's que devem ser ligados de acordo com o valor do sensor. Define-se então que, o valor pré definido será sobrescrito pela leitura do valor do sensor, após alguns testes foi definido um valor intermediário para informar se deve ser ligado o LED vermelho, ou verde de acordo com a situação da vaga no estacionamento.

A programação no módulo ainda é capaz de realizar a contagem da quantidade de vagas disponíveis a partir do valor de cada um dos sensores.

Figura 17: Programação Arduino



```
mapvagaOK

int sensorPin = A0;
int sensorValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.println(sensorValue);

  if(sensorValue > 700) {
    digitalWrite(13, HIGH);
    digitalWrite(10, LOW);
  } else {
```

Fonte: do Autor

3.5 Testes

Os testes foram divididos em duas etapas, pois os primeiros foram realizados em uma *protoboard* e os mesmos foram reexecutados após a montagem da maquete, neste próprio local.

O resultado esperado pelos testes é que a programação fosse capaz de contabilizar a quantidade de vagas disponíveis e ocupadas, de acordo com o valor recebido pelos sensores que estão no estacionamento, todos os resultados obtidos foram satisfatórios, pois trouxeram o resultado esperado.

Os primeiros testes, ainda na protoboard, não funcionaram devido a utilização de um sensor receptor de infravermelho, que foi resolvido após substituí-lo por fototransistores de modelo TIL78.

Já na maquete, foram realizados novamente os testes para a contagem dos veículos, e nas vagas foram executados testes para verificar se os led's estavam funcionando corretamente, ou seja, ligando o vermelho se a vaga estivesse ocupada, e verde se estivesse disponível.

Os testes mencionados foram feitos por meio da comunicação entre a maquete, o Arduino e os componentes necessários para o funcionamento total do projeto. Para que o teste fosse capaz de trazer resultados satisfatórios foram utilizados miniaturas de carros de ferro para simular os condutores em estacionamentos comuns.

Esta etapa foi produzida pelo autor durante o semestre 1/2016 em local próprio, fora das dependências do IFSul Campus Passo Fundo, porém os resultados sempre foram supervisionados e acompanhados pelo professor orientador de tal.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentadas informações dos resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho.

Os objetivos propostos no item 1.2.1 e 1.2.2 foram alcançados no desenvolvimento do trabalho. Alguns sensores estudados foram descartados devido às suas características. Os sensores analógicos não foram usados, pois não possuem um valor alto ou baixo, pode se manter em meio termo e não ligar nenhum dos LED's ou manter os dois ligados, o fototransistor TIL78, que foi o sensor utilizado, é um tipo de sensor digital que possui o valor alto ou baixo, ou em outros termos, ligado ou desligado, que pode ser utilizado na programação para executar uma ação de acordo com um valor obtido por este sensor. Os sensores mecânicos necessitam de chaves para serem ativados, como a proposta do sistema era ser automatizado, este sensor também foi descartado. Os sensores fotoelétricos foram descartados por funcionar através da luz. Sensores térmicos atuam nos circuitos de acordo com a temperatura do ambiente. Os sensores capacitivos funcionam com a geração de um campo eletrostático e os sensores indutivos são capazes de detectar materiais metálicos que estiverem no seu campo magnético, porém estes também não foram utilizados devido às características apresentadas. Os sensores ultrassônicos poderiam ser utilizados neste projeto, porém seu custo era mais de 10 vezes maior que os sensores infravermelhos utilizados, pois cada sensor ultrassônico custa média de R\$ 8,00 cada, enquanto os sensores infravermelhos custam média de R\$ 0,70.

Os primeiros testes apresentaram erro devido aos componentes utilizados como receptor dos sensores infravermelhos, porém este erro foi corrigido no período de duas semanas, com a troca do receptor de infravermelho por um fototransistor modelo TIL32, que também não se comportou como o esperado, então este foi substituído por um fototransistor modelo TIL78 que funcionou perfeitamente nas condições propostas.

Com o desenvolvimento, testes realizados e dificuldades encontradas, foi constatado que o sistema é financeiramente viável, pois cada uma das vagas no protótipo desenvolvido custou média de R\$ 30,00, entretanto em uma escala maior

alguns componentes necessitam ser substituídos o que pode comprometer esta viabilidade.

Como benefícios obtidos com o desenvolvimento do projeto fica o estudo realizado sobre a plataforma de programação Arduino, além do estudo sobre os componentes eletrônicos. Além disso, fica também o benefício de buscar atingir metas, definir cronogramas e cumprir através de entregas, o que é extremamente importante para a vida profissional.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a produção de um projeto deste porte, foi possível identificar a importância que têm um sistema de controle, que é utilizado e passa despercebido pelas pessoas todos os dias. Foi identificado também que a tecnologia Arduino facilita muito a programação nas mais diferentes áreas.

É de suma importância, salientar que os estudos sobre a plataforma de programação Arduino e os componentes eletrônicos utilizados para realização do trabalho foram válidos para ampliar conhecimento e resolver parcialmente um problema encontrado atualmente. Constatou-se a partir deste estudo que o custo é muito menor, pois cada uma das vagas produzidas em tamanho reduzido na maquete teve o custo médio de 30 reais, que contempla o módulo Arduino, os sensores, emissores e cabos utilizados no seu desenvolvimento.

Com as informações obtidas durante o andamento do projeto e após a etapa dos testes executados, identificou-se que o sistema não é viável em escala real utilizando estes sensores, pois os mesmos são muito bons em curtas distâncias, entretanto quando se trata de uma distância maior a comunicação entre os sensores é muito complicada por ser necessário estarem alinhados, sendo assim, é muito difícil em uma distância maior que um metro.

5.1 Estudos Futuros

Como estudo futuro, existe a melhoria do sistema, a ampliação dos estudos e o desafio de implementação em escala real. Ainda há a adição de funcionalidades como a geração de custos e relatórios.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, João Fabrício Oliveira de. *Os sistemas de informação como ferramenta de controle na gestão de estacionamento em shoppings*. Curitiba. 2011.

ARDUINO. Disponível em <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 05 set 2015.

CARDOSO, Luis Felipe Campos. Sistema de automação residencial via Rede Celular usando micro controladores e sensores. *Revista de Engenharia e Tecnologia*. V.6 N.2 2014.

CHRISTENSEN, Marc E. *Control barrier systems*. Off The Wall Production, Inc. 1998.

EMBARCADOS. Disponível em <<http://www.embarcados.com.br>>. Acesso em: 01 abr 2016.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. *Arduino em Ação*. São Paulo. Novatec. 2013. Cap. 1.

GAMA7. Disponível em: <<https://gama7controldeacesso.wordpress.com>>. Acesso em: 14 set 2015.

IDONIC. Disponível em: <<http://www.idonic.com>>. Acesso em: 13 set 2015.

MCROBERTS, Michael: *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec. 2011.

QUALIMAIS. Disponível em: <<http://www.qualimais.srv.br>>. Acesso em: 13 set 2015.

TIL78. *Datasheet Archive*. Disponível em: <<http://www.datasheetarchive.com/TIL78-datasheet.html>>. Acesso em: 06 mai 2016.

TOMAZINI, Daniel. ALBUQUERQUE, Pedro U. B. Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações. 5ª ed. São Paulo: Érica, 2005. 222 p.

TOMAZINI, Daniel. *Sensores industriais: fundamentos e aplicações*. 8 ed. São Paulo: Érica. 2008.

VALIM, Paulo Roberto Oliveira. *Interface Homem-máquina para Domótica Baseada em Tecnologias Web em um Servidor Embarcado*. Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. 2012.

SABER ELETRÔNICA. São Paulo: Editora Saber, n. 405, out 2006.

SENSOR INFRATERMELHO. *Robô Livre*. Disponível em: <<http://roboativ.re/conteudo/sensor-de-infratermelho/detalharHistorico/idHistorico/702>>. Acesso em: 03 abr 2016.

WENDLING, Marcelo. *Sensores*. Universidade Estadual Paulista. Versão 2.0. 2010

VERTULO, Rodrigo Cesar. *Laboratório de Eletrônica*. Sensor de linha com Arduino. Disponível em <<http://labdeeletronica.com.br/sensor-de-linha-arduino>>. Acesso em: 03 abr 2016.

APÊNDICES

APENDICE A – Questionário de avaliação de estacionamentos

Qual seu cargo no estacionamento?

☐ Gestor ☐ Operador ☐ Outro

A falta de informação sobre a quantidade de vagas disponíveis ou ocupadas no estacionamento, é considerada em que grau de gravidade?

☐ Baixa ☐ Média ☐ Alta

Qual o custo para implantar um sistema em um estacionamento?

☐ Até R\$400,00 ☐ Entre R\$400,00 e R\$1000,00 ☐ Mais que R\$1000,00

O estacionamento possui algum sistema instalado?

☐ Sim ☐ Não

O sistema instalado é capaz de controlar a quantidade de vagas disponíveis e ocupadas?

☐ Sim ☐ Não

Há algum dispositivo que ajude os condutores a encontrarem uma vaga no estacionamento? Se sim, qual?

☐ Sim ☐ Não

Pretende instalar um sistema para controlar a quantidade de vagas disponíveis?

Pretende instalar algum dispositivo para auxiliar aos usuários localizar as vagas no estacionamento?

Até quanto você seria capaz de investir em um sistema para gerenciamento automático do estacionamento?

Você acha que a proposta apresentada pelo projeto daria certo no seu estacionamento? Por que?

Qual o ponto forte do seu estacionamento? Qual o ponto fraco?

ANEXOS

ANEXO A – Datasheet TIL78

Type	Construction		Typ. Peak Spectral Response (nm)	Max. Power Diss. (mW)	Diode Rev. Volts (V)	Transistor Max. Ratings			Typical Light Current		Typical Dark Current		Case Outline	Lead Info.	Mat.
						V _{CEO} (V)	V _{CE0} (V)	V _{EB0} (V)	μA	at V _{CE}	nA	at V _{CE}			
LS616	S1	*	-	50	-	-	-	-	5mA	5	25	30	-	127	TI
LS617	S1	*	-	50	-	-	-	-	6mA	5	25	30	-	127	TI
LS618	S1	*	-	50	-	-	-	-	7mA	5	25	30	-	127	TI
LS619	S1	*	-	50	-	-	-	-	8mA	5	25	30	-	127	TI
MAL100	S1	"	-	200	-	50	30	-	200	5	100	5	-	05	u
MEL31	S1	*	-	200	-	40	30	-	10	5	50	5	TO-106	05	u
MEL32	S1	*	-	200	-	60	40	-	30	5	50	5	TO-106	05	u
MEL100	S1	*	-	200	-	50	30	-	200	5	100	5	TO-106	05	u
MEPT100	S1	*	-	200	-	50	30	-	200	5	100	5	TO-106	05	u
MEPT100A	S1	*	-	200	-	50	30	-	1rA	5	100	5	TO-106	05	u
MEPT100B	S1	*	-	200	-	50	30	-	1.3mA	5	100	5	TO-106	133	u
MR0160	S1	*	800	-	40	40	-	-	1.5mA	-	100	20	-	-	Mo
MR0300	S1	"	800	-	50	50	-	-	7.5mA	-	25	20	-	-	Mo
MR0310	S1	"	800	-	50	50	-	-	2.5mA	-	25	20	-	-	Mo
MR0450	S1	"	800	-	40	40	-	-	4mA	-	100	20	-	-	Mo
MR0500	S1	"	800	-	100	-	-	-	9	-	2	20	-	-	Mo
MR0510	S1	"	800	-	100	-	-	-	2	-	2	20	-	-	Mo
MR0601	S1	"	800	-	50	50	-	-	1.5mA	-	25	30	-	-	Mo
MR0602	S1	"	800	-	50	50	-	-	3.5mA	-	25	30	-	-	Mo
MR0603	S1	"	800	-	50	50	-	-	6mA	-	25	30	-	-	Mo
MR0604	S1	"	800	-	50	50	-	-	8.5mA	-	25	30	-	-	Mo
MR03050	S1	*	800	-	30	30	-	-	200	-	100	20	-	-	Mo
MR03051	S1	*	800	-	30	30	-	-	200	-	100	20	-	-	Mo
MR03054	S1	"	800	-	30	30	-	-	1.8mA	-	100	20	-	-	Mo
MR03055	S1	"	800	-	30	30	-	-	2.5mA	-	100	20	-	-	Mo
MR03056	S1	"	800	-	30	30	-	-	1.2mA	-	100	20	-	-	Mo
TIL63	S1	"	-	50	-	-	-	-	400	5	25	30	-	-	TI
TIL64	S1	"	-	50	-	-	-	-	400	5	25	30	-	-	TI
TIL65	S1	"	-	50	-	-	-	-	1mA	5	25	30	-	-	TI
TIL66	S1	"	-	50	-	-	-	-	2.5mA	5	25	30	-	-	TI
TIL67	S1	*	-	50	-	-	-	-	6mA	5	25	30	-	-	TI
TIL78	S1	*	-	50	-	-	-	-	1mA	5	25	30	-	-	TI
TIL81	S1	*	-	250	-	-	-	-	5mA	5	100	10	-	-	TI
TIL99	S1	*	-	250	-	-	-	-	1mA	5	100	10	-	-	TI
TIL401	S1	*	-	50	-	-	-	-	500	50	25	30	-	-	TI
TIL402	S1	*	-	50	-	-	-	-	2nA	5	25	30	-	-	TI
TIL403	S1	*	-	50	-	-	-	-	5mA	5	25	30	-	-	TI
TIL404	S1	*	-	50	-	-	-	-	8mA	5	25	30	-	-	TI
TIL405	S1	*	-	50	-	-	-	-	10mA	5	25	30	-	-	TI
ZM100	S1 NPN	"	780	300	-	35	35	10	-	-	1μA	10	TO-18	05	Fe
ZM110	S1 NPN Transistor	780	300	-	35	35	5	-	-	-	25	10	TO-18	05	Fe
2N5777	S1 NPN	"	800	200	-	25	25	8	500	5	100	12	-	09	GE
2N5778	S1 NPN	"	800	200	-	40	40	12	500	5	100	12	-	09	GE
2N5779	S1 NPN	"	800	200	-	25	25	8	2mA	5	100	12	-	09	GE
2N5780	S1 NPN	"	800	200	-	40	40	12	2mA	5	100	12	-	09	GE

ANEXO B – Especificações Técnicas da Placa Arduino UNO

Microcontroller	<u>ATmega328P</u>
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g