

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA SANTO ANDRÉ**

Mecânica Automobilística

ALEXIA MATOS SANTANA DE SOUZA

SISTEMA DE CONTROLE DE VELOCIDADE E FRENAGEM

Santo André

2020

ALEXIA MATOS SANTANA DE SOUZA

SISTEMA DE CONTROLE DE VELOCIDADE E FRENAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Mecânica Automobilística da FATEC Santo André, orientado pelo Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino, como requisito parcial para obtenção do título de tecnólogo em Mecânica Automobilística.

São Paulo

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

S729s

Souza, Alexia Matos Santana de
Sistema de controle de velocidade e frenagem / Alexia Matos
Santana de Souza. - Santo André, 2020. – 58f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecânica Automobilística, 2020.

Orientador: Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino

1. Mecânica. 2. Veículos. 3. Sistema inteligente. 4. Frenagem.
5. Tecnologia. 6. Desenvolvimento. 7. Sensores. 8. Distância
segura. I. Sistema de controle de velocidade e frenagem.

629.2

ALEXIA MATOS SANTANA DE SOUZA

SISTEMA DE CONTROLE DE VELOCIDADE E FRENAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a FATEC SANTO ANDRÉ como
requisito parcial à obtenção de título de
Tecnólogo em Mecânica automobilística

BANCA EXAMINADORA

Local: Fatec Santo André

Horário: 14:00

Data: 14/12/2020

Prof. Me. Eliel Wellington Marcelino
Presidente da Banca
Fatec Santo André

Prof. Fernando Garup Dalbo
Primeiro membro da Banca
Fatec Santo André

Prof. Ma. Suely Midori Aoki
Segundo Membro da Banca
Fatec Santo André

SANTO ANDRÉ

2020

Dedico este trabalho à minha
família, amigos e professores,
pois sem eles eu não chegaria
até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a capacidade de realizar tudo aquilo que fiz até agora, e tudo o que ainda vou fazer. À minha família por todo o apoio e críticas que apenas me fortaleceram para melhorar ao fazer aquilo que amo. Às minhas tias por terem sempre me incentivado e por dedicarem o seu tempo às exaustivas leituras dos meus trabalhos para correções rígidas, porém amorosas. Ao meu professor Orientador Eliel Marcelino, que mesmo com as dificuldades sempre me ajudou a enxergar uma saída e o professor Fernando Garup que com sua energia sempre me motivou a ser uma aluna melhor e a não desistir.

Aos amigos que fiz nessa jornada que me deram tantos conselhos, especialmente aos colegas do curso de mecânica que passaram por essa trilha junto comigo e por tantas vezes facilitaram a caminhada. Aos colegas Pedro Tano, Alfredo Nascimento e Victor Araújo, por disponibilizarem suas ideias e seu tempo para me ajudar na elaboração deste trabalho. Ao colega Gabriel Sugai Gonçalves Dias por disponibilizar seu tempo e boa vontade para o auxílio na lógica de programação.

E por fim, gostaria de agradecer ao meu professor de matemática do ensino médio, Daniel Alves de Nazaré, por ter acreditado em mim desde o começo e se esforçado tanto mesmo sem receber nada em troca, pois sem sua ajuda, minha jornada neste curso nem teria se iniciado.

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”

Marie Curie

RESUMO

O sistema de freio é uma parte essencial de um veículo, pois trabalha na segurança ativa evitando acidentes. O condutor deve estar sempre atento a tudo o que lhe acontece na dirigibilidade e ao redor, porém, como o ser humano é sujeito a falhas, a criação de sistemas que agem antes mesmo da ação humana se torna cada vez mais necessária e justificada. Assim, o intuito deste trabalho é projetar um sistema de frenagem inteligente que, por meio de sensores, fará a identificação de objetos e veículos estando em movimento ou não. Este sistema agirá para controlar a velocidade do veículo, mantendo a distância segura entre eles e até mesmo realizando a frenagem total.

Palavras-chave: Frenagem. Sensores. Distância segura.

ABSTRACT

The brake system is an essential part of a vehicle, as it works in active safety avoiding accidents. The driver must always be aware of everything that happens to him in and around the drive, however, as the human being is subject to failures, the creation of systems that act even before human action becomes increasingly necessary and justified. Thus, the aim of this work is to design an intelligent braking system that, through sensors, will identify objects and vehicles whether they are moving or not. This system will act to control the speed of the vehicle, keeping the distance safe between them and even performing full braking.

Keywords: Braking. Sensors. Safe distance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 ONDAS DE SOM NUMA SIRENE	19
FIGURA 2 FUNCIONAMENTO DO SENSOR ULTRASSÔNICO	21
FIGURA 3 FORMAÇÃO DA IMAGEM NO OLHO HUMANO	22
FIGURA 4 IMAGEM FORMADA POR SENSOR CCD.....	23
FIGURA 5 SENTIDO DE ABSORÇÃO DA IMAGEM	23
FIGURA 6 ABSORÇÃO DA IMAGEM CMOS	24
FIGURA 7 PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO.....	24
FIGURA 8 FLUXOGRAMA, AÇÕES DO SISTEMA	26
FIGURA 9 SENSOR OPENMV	28
FIGURA 10 FLUXOGRAMA DA PROGRAMAÇÃO.....	30
FIGURA 11 DIAGRAMA DE BLOCOS.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 PORCENTAGEM TOTAL DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS OCORRIDOS NO ANO DE 2002	10
TABELA 2 COEFICIENTE DE ADERÊNCIA PNEU/SOLO	18
TABELA 3 SENSOR DOPPLER	27
TABELA 4 SENSOR CÂMERA.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ação dos sensores.....	25
Quadro 2: Descrição do projeto.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

SCVF - Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem.

FCW - Forward Collision Warning.

5W2H - What;Why;Where;When,Who;How e How much.

CCD - Charge-Coupled Device (Dispositivo de Carga Acoplada).

CMOS - Complementary Metal-Oxide Semiconductor.

ULA - Unidade Lógica de Aritmética.

LISTA DE FÓRMULAS

- 1 $D = \frac{Vi^2}{2g \cdot \mu}$ 16
- 2 $D = \frac{1}{-2 \cdot g \cdot f} (V^2 - V_0^2)$ 17
- 3 $d = \frac{(V \cdot t)}{2}$ 17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	7
2.1 Objetivos específicos	7
3 JUSTIFICATIVA	8
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
4.1 Apresentação do sistema alternativo para diminuir acidentes do tipo colisão traseira	9
4.1.1 Tópicos utilizados para a elaboração do trabalho proposto:	10
4.2 Determinação da distância e da posição de objetos via ultrassom	11
4.3 Sensor de ponto cego em um ônibus	11
4.3.1 Tópicos utilizados no trabalho.....	11
4.4 Ferramentas de qualidade	11
4.4.1 Mapa mental	11
4.4.2 5W2H.....	12
4.4.3 Fluxograma	12
4.5 Linguagem de programação	12
4.5.1 Linguagem JavaScript	13
4.5.2 Linguagem Python	13
4.5.3 Linguagem Java.....	14
4.5.4 Linguagem PHP	14
4.5.5 Linguagem C#.....	14
4.5.6 Linguagem C++	14
4.5.7 Linguagem Ruby.....	14
4.5.8 Linguagem CSS.....	15
4.6 Microcontrolador	15
4.6.1 Arduino	15
4.6.2 Raspberry	15
4.7 Segurança ativa	16
4.7.1 Distância de segurança	16
4.8 SENSOR DOPPLER	18
4.8.1 Efeito doppler.....	18
4.8.2 Sensor doppler de pulso modulado	19

4.8.3 Sensor de distância ultrassônico	20
4.9 Sensor câmera	21
4.9.1 Sensor CCD.....	22
4.9.2 Sensor CMOS.....	23
5 METODOLOGIA	24
5.1 Mapa mental	24
5.1.1 Ações dos sensores.....	24
5.2 5W 2H.....	25
5.3 Fluxograma.....	26
5.3.1 Ações do sistema.....	26
5.4 Escolhas de sensores	27
5.4.1 Sensor Doppler	27
5.4.2 Sensor Câmera.....	27
5.4.3 Sensor ultrassônico HC-RS04	28
6 PROJETO	29
6.1 Programação	29
6.1.1 Rotinas.....	29
6.1.2 Programação	30
6.1.2.1 Diagrama de blocos.....	31
6.2 Circuito	31
6.3 Componentes	32
6.3.1 Lista de componentes.....	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
8 PROPOSTAS FUTURAS	34
8.1 Sensor câmera	34
8.2 - Sensores com resposta mais rápida.....	34
8.3 Giroscópio	34
8.4 Emergência.....	34
8.5 Chuva.....	35
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
APÊNDICE A PROGRAMAÇÃO	40
APÊNDICE B- ESQUEMA ELÉTRICO.....	46
APÊNDICE C- LEGENDA DO ESQUEMA ELÉTRICO	47

1 INTRODUÇÃO

Por causa da grande quantidade de veículos nas ruas, todos os anos ocorrem mais de 1 milhão de acidentes de trânsito no Brasil, e cerca de 42 mil mortes (de acordo com o IBGE no censo de 2010), gerando prejuízos materiais acima de 5 milhões de dólares, 75% destes acidentes são causas humanas e 12% por falhas mecânicas (Trânsito BR, 2020).

Há uma necessidade de automatizar recursos de segurança ativa no veículo, para que as respostas e reações não sejam dependentes apenas do condutor, assim não sendo sujeitas a falhas humanas e diminuindo acidentes causados por colisões resultantes por atraso nas reações em casos de emergenciais ou até mesmo pela falta de atenção do condutor.

O conforto também é visado ao ter um controle feito por ter um sistema automatizado calculando a distância segura do veículo à frente, o condutor tem maior segurança e confiança, pois as reações a frenagens bruscas e a mudanças de velocidade média do tráfego serão realizadas automaticamente, diminuindo o número de frenagens e constantes trocas de marcha.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo principal a elaboração de um Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem (SCVF) para que haja a diminuição de acidentes causados por colisões traseiras.

2.1 Objetivos específicos

O conforto e segurança ao condutor ao evitar freadas bruscas controlando a distância entre o veículo e o objeto à frente (outro veículo, pedestres ou animais), diminuindo as ações do condutor, identificando aquilo que está localizado em sua área de impacto, de modo a diminuir ou até parar o automóvel.

3 JUSTIFICATIVA

A partir da observação da circulação automotiva no tráfego intenso da metrópole São Paulo, foi percebida pela autora ao circular pela cidade a contínua mudança de velocidade, seja pela velocidade máxima permitida na via, ou causada pelo grande fluxo de veículos. Notou-se a necessidade de desenvolvimento de um dispositivo que facilitasse a dirigibilidade no dia a dia das pessoas que passam por esses meios urbanos. Tal dispositivo deve atender à necessidade das constantes mudanças de velocidade que estes motoristas passam, que gera o desgaste de componentes e cansaço físico e mental do motorista.

Assim, houve o estudo para a elaboração de um sistema que entendesse às necessidades, de modo que o Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem foi desenvolvido.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o propósito de tomar conhecimento de informações pertinentes ao tema escolhido que pudesse amparar as questões teóricas deste projeto, foram consultadas obras de especialistas na área de sensores, programação e elétrica. Da pesquisa bibliográfica feita, segue abaixo os trechos e considerações selecionados.

4.1 Apresentação do sistema alternativo para diminuir acidentes do tipo colisão traseira

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) estabeleceu, através da Resolução de n.14/1998 e normativas complementares, uma lista de equipamentos de segurança obrigatórios no sistema automotivo, sendo as montadoras obrigadas a cumprir as legislações vigentes de modo a garantir a segurança dos ocupantes do veículo (Icetran, 2018).

Um dos tipos mais comuns de acidentes em perímetros urbanos é a colisão traseira como demonstrado na tabela 1 retirada dos documentos da Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito, causada por inúmeros fatores (desatenção, embriaguez, sonolência do motorista e outras causas das falhas nos reflexos e percepções humanas).

Tabela 1 porcentagem total de acidentes rodoviários ocorridos no ano de 2002

Colisão traseira	25%
Saída de pista	18%
Abalroamento lateral mesmo sentido	12%
Choque com objeto fixo	9%
Abalroamento transversal	7%
Atropelamento	5,2%
Abalroamento lateral sentido oposto	4,8%
Atropelamento de animal	3,7%
Capotagem	3,3%
Tombamento	3,2%
Colisão frontal	2,8%
Atropelamento e fuga	1,4%
Choque com veículo estacionado	0,5%
Outros tipos	4,6%
Total	100%

Fonte: (Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito, s.d.).

O trabalho citado irá tratar sobre o sistema FCW (Forward Collision, Warning) que avisa o motorista com sinal sonoro, visual ou ambos sobre a aproximação do veículo da frente para evitar a colisão (LIMA, 2020).

4.1.1 Tópicos utilizados para a elaboração do trabalho proposto:

Tendo como fundamento três etapas, que são as variáveis utilizadas para o acionamento do sistema:

- A velocidade do carro, que têm seu monitoramento pela central (módulo) que recebe o sinal do sensor hall em conjunto com a roda fônica onde há a conversão do sinal na velocidade apresentada.
- A distância em relação ao objeto na área de colisão do veículo é medida pelo sensor radar juntamente com o sensor câmera responsável por identificar o objeto à frente.
- O tempo possível de colisão é calculado pela interface FCW através da velocidade do veículo e distância do objeto na área de colisão, sendo a possível colisão sinalizada por meio do acionamento de sinais sonoros e visuais (BARBAN, Gustavo Santos; AZEVEDO, Vitor Merli de, 2018).

4.2 Determinação da distância e da posição de objetos via ultrassom

Os sensores ultrassônicos trabalham em conjunto numa malha semelhante a matrizes, de modo a se comunicar entre si, enviando sinais de um transmissor e recebendo as respostas do receptor para detectar objetos dentro de uma coordenada determinada (BARBAN,Gustavo Santos;AZEVEDO,Vitor Merli de, 2018).

4.3 Sensor de ponto cego em um ônibus

Com o grande número de acidentes e atropelamentos causados por ônibus, os alunos da FATEC-SA desenvolveram um sistema de ponto cego que identifica outros veículos nos pontos onde os retrovisores não mostram. Utilizando sensores ultrassônicos para detecção de objetos. (PETRONIS,Isaque et al., 2019)

4.3.1 Tópicos utilizados no trabalho

Por ter a velocidade reduzida no trânsito urbano, tais sensores puderam ser utilizados em ônibus, porém, para veículos com maiores velocidades foi recomendada a utilização de sensores do tipo doppler, que foram utilizados como base para este trabalho. Sendo a recomendação de utilização de sensores doppler a base para a procura de sensores para a longa distância necessária para identificação e a maior velocidade de detecção, pois veículos de passeio costumam alcançar velocidades maiores que os de transporte coletivo de passageiros em área urbana.

4.4 Ferramentas de qualidade

Ferramentas da Qualidade são técnicas que utilizamos com a finalidade de mensurar, definir, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de trabalho. Elas permitem o maior controle dos processos ou melhorias na tomada de decisões (Conteúdo extraído e organizado a partir da intranet do SENAI-SP).

4.4.1 Mapa mental

É um diagrama criado para organização de ideias de forma que visualmente seja visível a conexão entre elas. Criado na década de 1970 por Tony Buzan, é

utilizado de forma que possa ocorrer o aproveitamento total de ideias (Junior, 2019).

4.4.2 5W2H

O sistema 5W2H é baseado num questionário de 7 perguntas que ajudam a definir os objetivos de algo: *What;Why;Where;When,Who;How* e *How much*.

Onde é utilizada como um checklist onde as questões devem ser respondidas para que o projeto seja bem sucedido:

- *What* – o que será realizado? É a descrição daquilo que será feito;
- *Why* – por que será realizado? É a justificativa do projeto, o motivo principal;
- *Where* – onde será realizado? É o local físico, virtual, ou até mesmo o departamento onde esse projeto será implementado;
- *When* – quando será realizado? É a data estipulada para realização e entrega do projeto;
- *Who* - quem realizará? Trata-se daquele que são responsáveis pela realização do projeto;
- *How* – como será realizado? Métodos utilizados para eu o projeto se torne real;
- *How much* – quanto custará? Custos definidos para elaboração do projeto (Napoleão, 2018).

4.4.3 Fluxograma

Fluxograma é uma representação gráfica da sequência das etapas de um processo. Sendo a ferramenta utilizada para visualização facilitada do processo e documentação do mesmo por meios de figuras geométricas representando materiais, recursos, serviços envolvidos nos processos e as decisões que devem ser tomadas, traçando o caminho para a execução do projeto com excelência (Forlogic, 2016).

4.5 Linguagem de programação

Os computadores utilizam a linguagem binária de matrizes de “uns” e “zeros” para sua execução de comandos tanto para entrada como para saídas, mas para um ser humano programar em tal linguagem existe uma grande dificuldade, por

isso as linguagens de programação foram inseridas como um meio de aproximar a linguagem utilizada pelos circuitos eletrônicos da linguagem humana, facilitando execução de comandos dados pelos programadores às máquinas.

Atualmente, as linguagens de programação mais utilizadas de acordo com a RedMonk (empresa de analistas focada em desenvolvedores de software) são:

1. JavaScript;
2. Python;
3. Java;
4. PHP;
5. C#;
6. C++;
7. Ruby;
8. CSS.

Esta lista foi retirada do site de notícias Olhardigital que transmitiu e traduziu as informações fornecias pela RedMonk (Shimabukuro, 2020).

4.5.1 Linguagem JavaScript

A linguagem Java script é a linguagem de criação de scripts para web. É utilizada por bilhões de páginas para adicionar funcionalidades, verificar formulários, comunicar com os servidores etc.

Diferente da linguagem Java, a linguagem Java script não permite a criação de applets e nem de aplicativos, residindo dentro de documentos HTML e provendo diferentes níveis de interatividades não suportados só pelo HTML (admin, 2017).

4.5.2 Liguagem Pyton

A linguagem Python é considerada uma das linguagens de programação mais fáceis de se aprender por causa da similaridade dos comandos com a língua inglesa. Sendo uma linguagem de muita expressão, é possível escrever com menos linhas uma mesma programação que seria muito mais extensa em JAVA ou C++.

4.5.3 Linguagem Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos que domina o mercado de aplicações para celulares. Possui mais de 2.5 bilhões de dispositivos compatíveis e, também, uma plataforma computacional existente desde 1995.

4.5.4 Linguagem PHP

PHP (um acrônimo recursivo para PHP: Hypertext Preprocessor) é uma linguagem de script open source de uso geral muito utilizada e especialmente adequada para o desenvolvimento web e que pode ser embutida dentro do HTML. Utilizada por programadores e desenvolvedores ao construir sites com formas dinâmicas de navegação, extensões de integração de aplicações e agilizar no desenvolvimento de um sistema (Carlos, 2020) (PHP, 2020).

4.5.5 Linguagem C#

O C# (leia-se C-Sharp), é uma linguagem de programação orientada a objetos, que foi desenvolvida pela Microsoft e faz parte da plataforma .NET. O projeto de uma programação em linguagem C# foi desenvolvido com base na linguagem C++ conjuntamente a alguns elementos de Pascal e Java (Pacievitch, 2020).

4.5.6 Linguagem C++

A linguagem C++ é baseada na linguagem clássica tipo C, sendo uma linguagem de programação orientada a objetos. A linguagem C++ consiste em várias funções que se constituem nas unidades fundamentais da linguagem de programação.

Devendo todo programa ter uma função fundamental *main*, que comanda a parte principal das ações executadas pelo programa, as ações se encerram no fim desse bloco. (Bianchi, -)

4.5.7 Linguagem Ruby

Uma linguagem limpa e direta toda orientada a objetos. Possui muitas semelhanças ao Perl, SmallTalk e Python. Uma linguagem multiplataforma, suportada por diversos tipos de sistemas operacionais como Linux, Windows, Solares e outros. Possui muitas *features interessantes* como o Ruby Gems (Biblioteca Gratuita disponível na internet), *Code Blocks* (Bloco de códigos),

Mixins (Reposta à herança múltipla), tipagem dinâmica e outras características (Souza, 2008).

4.5.8 Linguagem CSS

CSS é chamado de linguagem *Cascading Style Sheet*, sendo usada para mudar estilos em elementos escritos em uma linguagem de marcação como HTML. O CSS prepara o conteúdo da representação visual do site. Utilizando o CSS é possível alterar a cor do texto e do fundo, fonte e espaçamento entre parágrafos, como se fosse a decoração do site. Sendo possível também criar tabelas, com variações de layouts, ajustar imagens nas telas etc. (G., 2020).

4.6 Microcontrolador

Microcontrolador é um circuito integrado que reúne em sua composição um núcleo de processador, memória interna e periféricos de entrada e saída (UFCEG, 2020).

4.6.1 Arduino

Arduino é uma plataforma de desenvolvimento aberta, de modo que sua base de programação pode ser utilizada em suas placas originais e placas-clone sem nenhuma restrição, ampliando o mercado e facilitando o desenvolvimento de sistemas.

Por sua facilidade de aprendizado, é utilizado em vários projetos de iniciantes na área da programação, e, por causa da grande quantidade de usuários, há uma constante rede de compartilhamento de dados e programas disponíveis gratuitamente na internet. Sendo a principal motivação para a escolha desta placa para a realização do projeto proposto (McRoberts, 2011).

4.6.2 Raspberry

O Raspberry é um microcontrolador criado do Reino Unido pela fundação Raspberry Pi uma organização sem fins lucrativos focada na promoção e no ensino de ciência da computação básica para jovens em escolas e universidades da Europa, com produtos de preço acessível (Redação, 2019).

O Raspberry serve para montar computadores caseiros de baixa capacidade de reprodução de programas, sendo mais utilizado para execução de programas básicos, tarefas caseiras e o aprendizado da programação e automação.

4.7 Segurança ativa

“Sistemas de segurança ativos ajudam a evitar acidentes e assim contribuem preventivamente para a segurança do tráfego.” (Bosch, 2004, p. 1034)

O Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem atuará como uma parte da segurança ativa do veículo, de modo a contribuir para a prevenção de colisões na traseira de outros veículos e atropelamentos de pedestres e animais

4.7.1 Distância de segurança

A distância de segurança é um parâmetro fundamental a ser utilizado neste trabalho, pois para que a frenagem possa ocorrer no momento correto, controlando a velocidade ou liberando o veículo para se locomover, a distância entre os dois veículos deve ser a segura para a velocidade em que ambos se encontram.

Deste modo, vários parâmetros deveriam ser observados, como condições da pista e dos pneus, mas para a simplificação da aplicação do trabalho serão adotados parâmetros base. Como a aderência do asfalto molhado para parâmetro de segurança e pneus novos, para o cálculo da aderência pneu/solo.

Para o cálculo da distância de segurança, no código brasileiro de trânsito, é levado em conta o tempo de reação do motorista, porém, como o sistema visa justamente reduzir a ação do motorista, no cálculo da distância segura para o veículo a reação do motorista foi desconsiderada, e apenas a ação dos freios foi considerada.

Distância segura de frenagem:

$$D = \frac{Vi^2}{2g.\mu} \quad (1)$$

Onde:

D= distância segura de frenagem

Vi= velocidade atual do veículo

g = aceleração da gravidade (9,806 m/s²)

E a fórmula de cálculo para distância de frenagem é:

$$D = \frac{1}{-2 \cdot g \cdot f} (V^2 - V_0^2) \quad (2)$$

Onde:

D = distância de frenagem (m)

V = velocidade final do veículo (Km/h)

V_0 = velocidade inicial do veículo (Km/h)

f = aderência

g = aceleração da gravidade (9,806 m/s²)

Porém para a possibilidade de tornar esse trabalho prático, os parâmetros serão utilizados de outra forma, de modo a atender as entradas de dados obtidas pelos sensores do veículo, onde os dados serão utilizados para ações do sistema.

No caso, com as modificações a fórmula permanece intocada, porém seus parâmetros serão lidos desta forma:

$$D = \frac{1}{-2 \cdot g \cdot f} (V^2 - V_0^2) \quad (3)$$

Onde:

D = distância mantida do veículo a frente(m)

V = velocidade do veículo a frente (Km/h)

V_0 = velocidade atual do veículo (Km/h)

f = aderência pneu/solo (asfalto molhado)

g = aceleração da gravidade (9,806 m/s²)

Assim o sistema realizará tomadas de decisões de modo a que D seja sempre mantida de acordo com V.

Para que houvesse um parâmetro de segurança, o coeficiente de aderência utilizado nos cálculos feitos pelo programa incorporado no projeto, será asfalto molhado no valor entre 0,5 e 0,7 como mostrado na Tabela 2, pois não há sistema, nesse projeto, que identifique se a pista está seca ou molhada.

Tabela 2 coeficiente de aderência pneu/solo

<i>Superfície</i>	<i>Aderência</i>
asfalto ou concreto seco	0,80 - 0,90
concreto molhado	0,80
asfalto molhado	0,50 - 0,70
pedrisco	0,60
terra firme seca	0,70
terra solta seca	0,45
terra firme úmida	0,55
areia seca	0,20
areia úmida	0,40
neve	0,20
gelo	0,10

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

4.8 SENSOR DOPPLER

Sensor doppler é um sensor que mede a aproximação de objetos por meio de ondas ultrassônicas semelhantes a eco localização, lançando um sinal em uma determinada frequência, que quando atinge um objeto a uma determinada distância, retorna em uma frequência diferente da emitida anteriormente, deste modo há o cálculo da distância e da velocidade entre o sensor e o objeto.

4.8.1 Efeito doppler

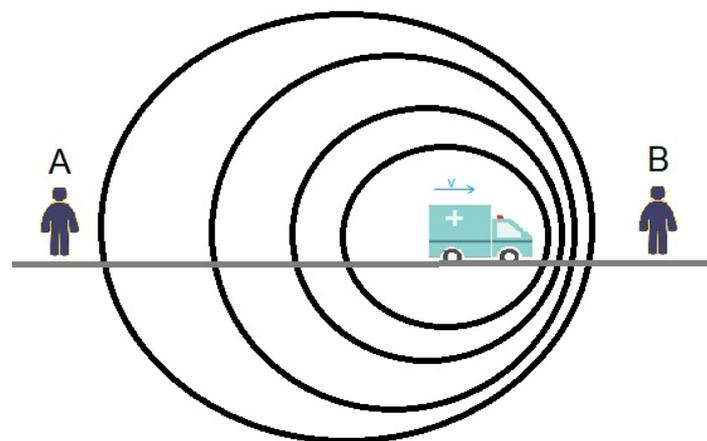
Efeito doppler é um fenômeno ondulatório que é caracterizado pela mudança do comprimento de uma onda ou da frequência dessa onda emitida por uma fonte que se movimenta em relação ao observador.

Esse efeito é um fenômeno físico que ocorre quando existe a aproximação ou afastamento relativo entre uma fonte de ondas de um observador, ocorrendo

pelo fato de que a velocidade da propagação de uma onda, independente de qual for, depende exclusivamente do meio pelo qual ela se propaga. Deste modo mesmo que a fonte das ondas ou o observador se movam a velocidade de propagação não será alterada, entretanto acontecerá uma variação no comprimento de onda e na frequência de onda captada pelo observador.

Vejamos pelo exemplo: uma ambulância com a sirene ligada se movimenta em uma rua afastando-se de um primeiro observador e aproximando-se de um segundo, como demonstra a figura 3.

Figura 1 ondas de som numa sirene



Fonte: Site: Quero bolsa

Para que a velocidade permaneça constante entre ambos os observadores ocorre a mudança no comprimento de onda e na frequência. Essas grandezas são inversamente proporcionais, vendo que observador que vê a ambulância se afastando, ouvirá um som com o maior comprimento de onda e em menor frequência, sendo mais grave. Em contrapartida, o observador que vê a ambulância se aproximando, ouvirá um som de maior frequência e menor comprimento de onda, portanto mais agudo.

4.8.2 Sensor doppler de pulso modulado

O sensor doppler de pulso modulado é um sensor que se utiliza do efeito doppler para captação de sinais emitindo um pulso. Quando essa onda atinge um objeto e retorna ao captador do sensor, há o cálculo realizado que mede a distância e a velocidade de movimentação entre o sensor e o objeto ou entre o objeto e o sensor.

Este sensor possui faixa de detecção mínima e máxima ajustável, o que possibilita a regulagem da sensibilidade do sensor evitando “falsos alvos” causados por sujeiras ou possíveis obstruções do sensor (USA Patente Nº 6,426,716 B1, 2001)

O sensor se utiliza de tecnologia *echo pulses*, que é modulada por um misturador de pulsos, sendo comumente utilizado em alarmes de carro, na automação de casas e indústrias, mas o principal motivo deste sensor ter sido selecionado é a sua utilização em sensores de proximidade, como sensores de ré, sensores de ponto cego e sistemas de alerta de proximidade e batida.

4.8.3 Sensor de distância ultrassônico

O sensor de distância ultrassônico trabalha de forma parecida com o sensor doppler, ele emite ondas sonoras em frequências muito altas (na faixa dos 40.000 Hz), totalmente fora da faixa que o ser humano consegue ouvir, e em uma frequência que não nos afeta mesmo depois de longas horas de exposição.

Ele é composto por um emissor e um receptor de ondas sonoras. O sinal emitido, quando atinge um objeto, retorna para o receptor (figura 2), e neste tempo, o sensor calcula quanto tempo a onda demorou para ser captada, obtendo assim o cálculo da distância entre o sensor e o objeto. Como demonstrado na fórmula.

$$d = \frac{(V*t)}{2}(3)$$

Onde:

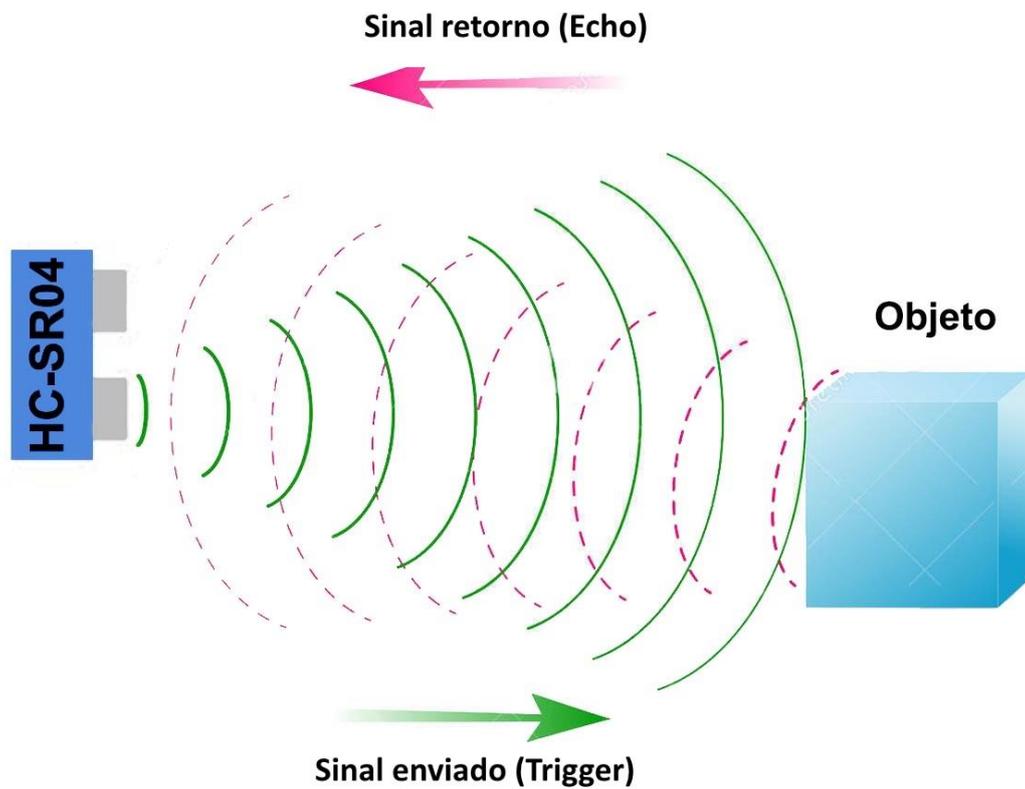
d = Distância entre o sensor e o obstáculo

V = Velocidade do som no ar (340 m/s).

t = Tempo necessário para o sinal ir do sensor até o obstáculo e voltar

(Cornélio, 2020)

Figura 2 Funcionamento do sensor ultrassônico

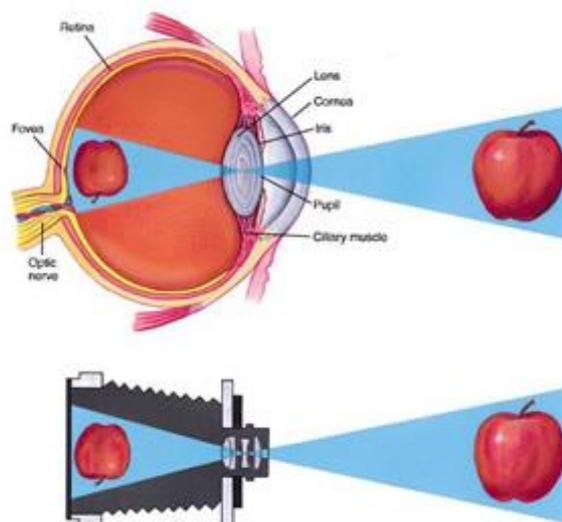


Fonte: site:FilipeFlop

4.9 Sensor câmera

O olho humano é uma “caixa” de absorção de luz, que entra por um espaço aberto em uma das extremidades e a imagem é refletida no fundo da caixa como mostrado na figura 3:

Figura 3 formação da imagem no olho humano



Fonte: blog, física moderna

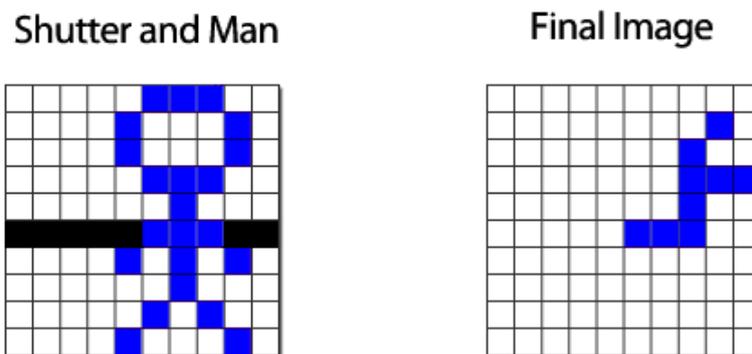
O sensor câmera funciona de maneira semelhante. Absorve a luz refletindo a imagem sobre uma placa de centenas e até milhares de transdutores sensíveis à luz, que juntos absorvem a frequência de onda refletida por cada tipo de cor visível ao olho humano, sendo possível também absorver o espectro de ondas não visível ao ser humano, como as ondas ultravioleta.

Os sensores do tipo câmera podem funcionar de duas maneiras: CCD e CMOS. Ambos os tipos têm uma malha de transdutores que são organizados de maneira uniforme sobre a superfície do sensor.

4.9.1 Sensor CCD

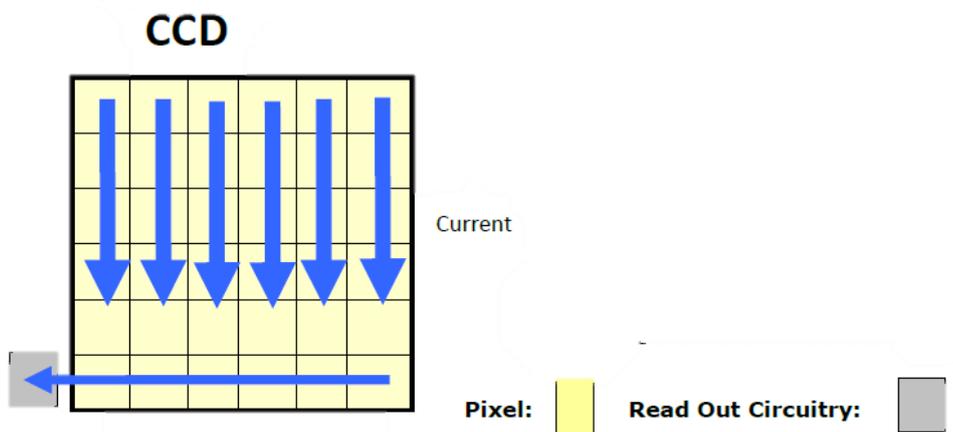
O sensor CCD captura a imagem em forma de cascata (figura 5), ou seja, os transdutores trabalham em uma linha contínua, absorvendo a luz conforme ela passa. Esse modo de absorção é eficiente quando se trata de objetos parados, porém, quando o objeto está em movimento a imagem final se apresenta distorcida, como demonstrado na figura 4.

Figura 4 imagem formada por sensor ccd



Fonte: GIZMODO- Brasil

Figura 5 sentido de absorção da imagem

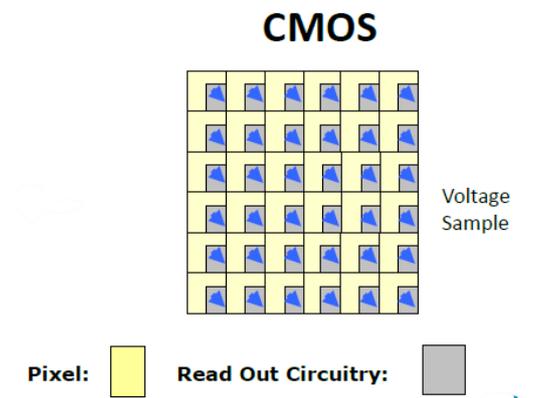


Fonte: Jon Chouinard

4.9.2 Sensor CMOS

O sensor CMOS atua de forma que todos os seus transdutores absorvem ao mesmo tempo as ondas que refletem a imagem, assim a imagem é absorvida como um todo, como demonstrado na figura 8, se mostrando mais adequado para utilização para captação de objetos em movimento.

Figura 6 absorção da imagem CMOS



Fonte: Jon Chouinard

5 METODOLOGIA

5.1 Mapa mental

O mapa mental é uma ferramenta utilizada para organização gráfica de pensamentos e conteúdo, melhorando visivelmente a forma de entendimento das ideias, foi utilizado para que a visualização das ações a serem tomadas pelo sistema fossem melhor visualizadas e facilitasse a ordem da programação final.

5.1.1 Ações dos sensores

Os sensores de proximidade localizados no veículo, fazem a verificação de velocidade e de distância do veículo à frente (figura 7), de modo que o sinal é lido e a velocidade é corrigida, como mostrado no quadro 1.

Figura 7 Processo de identificação

Carro > Sensor > Sinal > Carro



Fonte: [a autora]

Quadro 1: Ação dos sensores



Fonte: [a autora]

5.2 5W 2H

Neste trabalho, foi considerado como critério de organização e definição de metas. Assim foi desenvolvido o primeiro 5W2H utilizado para o projeto, onde os pontos são apresentados no quadro 2:

Quadro 2: descrição do projeto

Tecnologia em Eletrônica Automotiva Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem		Fatec Santo André	CPS Centro Paula Souza																																																																						
<p>Descrição do projeto</p> <p>Objetivo: desenvolvimento de um sistema de controle de velocidade e frenagem do veículo através de sensores elétricos</p> <p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistema de frenagem automática por meio de sensores de aproximação; • Controlar a velocidade do veículo de acordo com o tráfego ao redor; • Programar sistema para atender aos comandos dos sensores. 	<p>Carro > Sensor > Sinal > Carro</p>																																																																								
<p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensor Doppler; • Sensor câmera; • Assistente de frenagem; • Cruise control. <p>Referências principais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baleeiro, Mauricio F. Sistema de Acionamento Elétrico para Frenagem de um Veículo Autônomo ; • Albaladejo, Felipe Serafim .Santos, Glener Grégori dos Alves, Lucas Vinicius Tavares. Sistema de Controle da Velocidade de Cruzeiro dos Veículos. 	<p>Cronograma</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CRONOGRAMA</th> <th colspan="7">2020</th> </tr> <tr> <th>1ºT</th> <th>2ºT</th> <th>3ºT</th> <th>4ºT</th> <th>SET.</th> <th>OUT</th> <th>NOV</th> <th>DEZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conceito e Pesquisa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coleta e análise de dados</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desenvolvimento de Protótipo*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Testes de programação</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Monografia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Entrega final</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Orientador: Prof^o Eliel Marcelino</p> <p>Contato: Alexia M. S. Souza alexiamatossouza@gmail.com</p>			CRONOGRAMA	2020							1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	SET.	OUT	NOV	DEZ	Conceito e Pesquisa									Coleta e análise de dados									Desenvolvimento de Protótipo*									Testes de programação									Monografia									Entrega final								
CRONOGRAMA	2020																																																																								
	1ºT	2ºT	3ºT	4ºT	SET.	OUT	NOV	DEZ																																																																	
Conceito e Pesquisa																																																																									
Coleta e análise de dados																																																																									
Desenvolvimento de Protótipo*																																																																									
Testes de programação																																																																									
Monografia																																																																									
Entrega final																																																																									

Fonte: [a autora]

5.3 Fluxograma

A figura 8 é uma apresentação gráfica dos procedimentos, onde as etapas demonstradas por módulos de forma encadeada demonstram as ações tomadas pelo sistema em determinadas situações em ambientes controlados, de forma teórica.

O fluxograma desse trabalho traz duas linhas de pensamento em um conjunto:

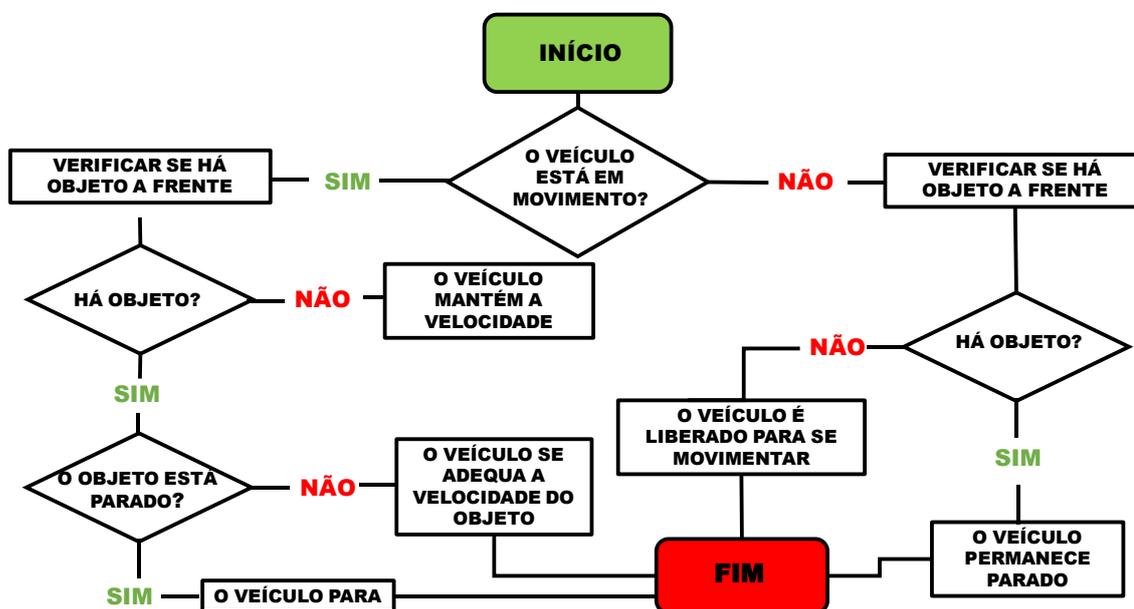
- Ações do sistema e
- Dados recebidos pelos sensores.

Pois para que as ações que serão tomadas pelo sistema, são diretamente dependentes dos dados lidos pelos sensores.

5.3.1 Ações do sistema

A seguir na figura há a demonstração de como o sistema num todo age de acordo com as situações encontradas estando o veículo em movimento ou não.

Figura 8 Fluxograma, ações do sistema



Fonte:[a autora]

5.4 Escolhas de sensores

Para a escolha dos sensores utilizados, foi realizada uma pesquisa com vários modelos, sendo organizados em tabelas no Microsoft Excel, sendo estas a Tabela 3 e a Tabela 4 demonstradas nos próximos tópicos, levando em conta suas características nomeadas nas tabelas, que serão utilizadas na execução do trabalho.

5.4.1 Sensor Doppler

Para a justificativa da escolha do sensor a ser utilizado, os principais critérios foram (em ordem decrescente de peso de escolha): alcance > ângulo de trabalho > consumo > preço, de modo que os dados analisados foram utilizados para formulação da tabela 1.

Tabela 3 sensor doppler

nome do sensor	modelo sensor	frequência de trabalho	ruído/precisão	ângulo de trabalho	preço	alcance	alimentação	consumo	fonte (valor)
Doppler HB100	Doppler HB100	10,525 GHz 3 Hz a 80 Hz	3 Hz a 80 Hz	V= 36° H= 72 °	R\$ 39,75	20m	5V ± 0.25V	60 mA max, 37mA típico	nt&utm_campaign=C
SENSOR DE DISTÂNCIA	HC-SR04	-	3mm	15°	R\$ 9,90	2cm - 4m	5V DC	15mA max, 2mA típico	com/sensor-de-dista
SENSOR ULTRASSÔNICO	JSN-SR04T	40KHz	+1cm	75°	R\$ 78,96	25cm-4,5m	3-5.5V	menos de 8mA	rchant&utm_campa
Radar Doppler RCWL-0516	RCWL-0516	-	-	-	R\$ 13,91	20cm-600cm	4 a 28V DC	-	Cj0KCOjw4dr0BRcx

Fonte: [a autora]

Deste modo, conforme demonstrado na tabela, as características são comparadas, e o sensor mais adequado à necessidade do trabalho é o sensor doppler HB100 que atende as características necessárias com um custo aceitável.

5.4.2 Sensor Câmera

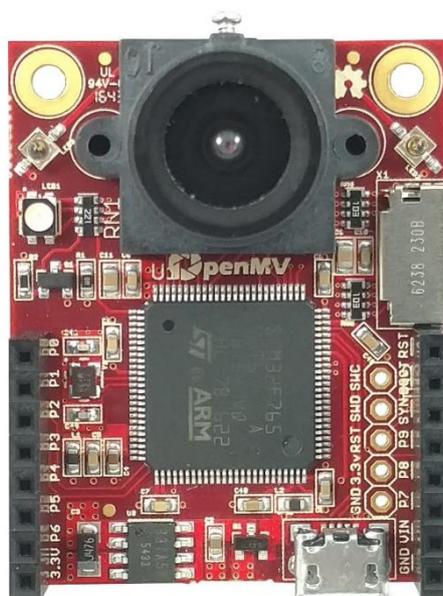
Para a escolha do sensor câmera, a identificação e processamento de imagens foi o principal critério utilizado no preenchimento da tabela 2, justificando a escolha do sensor Geekcreit® OpenMV (figura 9). Pois, apesar do custo elevado, a leitura de imagens é pré-programada no microcontrolador sendo necessária apenas a adaptação de linguagens de programação para identificação de objetos.

Tabela 4 sensor câmera

nome do sensor	modelo sensor	quadros por segundo	tamanho da imagem	MP	preço (R\$)	microprocessador	tipo de linguagem	consumo	fonte (valor)
Ov2640 Cmos	Ov2640 Cmos	15	640x480	300.000	175,81	NÃO		1.7V-3.3V	https://produ
módulo de câmera módulo	7670/OV5640-	15	640x480	300.000	73,44	NÃO		1.7V-3.3V	https://www.
Geekreit® OpenMV	OpenMV	15	640x480	300.000	293,22	SIM	python	3.6-5.0V	https://pt.ali
obs: as especificações faltantes desta tabela não constavam nos respectivos datasheets									

Fonte: [a autora]

Figura 9 Sensor OpenMV



Fonte: imagem extraída e modificada do site Seed

5.4.3 Sensor ultrassônico HC-RS04

É um sensor de medição ultrassônico utilizado em circuitos eletromecânicos, sendo utilizado para medição de distâncias através dos seus circuitos de controle, transmissão e recepção de sinais, fornecendo medidas de 20 a 4000mm, com uma precisão de até 3mm (Guimarães,, Nakatani, & Neto).

Esse sensor é amplamente utilizado em circuitos cujo controlador seja o Arduino, por sua facilidade de programação e amplas informações encontradas na internet.

A motivação desse sensor ser utilizado neste trabalho, foi a necessidade de edição da distância de objetos separado da medição da velocidade dele, e esse sensor proporciona apenas a medição de distância.

6 PROJETO

6.1 Programação

A programação do sistema foi feita em linguagem C++, por ser executada no microcontrolador ARDUINO. Para que houvesse uma ordem lógica no programa a ser executado foi estabelecida uma rotina de ações pré-estabelecidas, com condições a serem verificadas antes da tomada de qualquer decisão.

6.1.1 Rotinas

Antes da rotina ser executada, é necessária a ciência de determinados limitantes presentes no programa:

- Enquanto o sistema estiver ativo, o motorista não poderá acelerar além da velocidade permitida pelo sistema;
- Em uma emergência, com o acionamento do pisca alerta, o sistema é suspenso;
- O sistema não interfere no ato de frear voluntariamente do motorista.

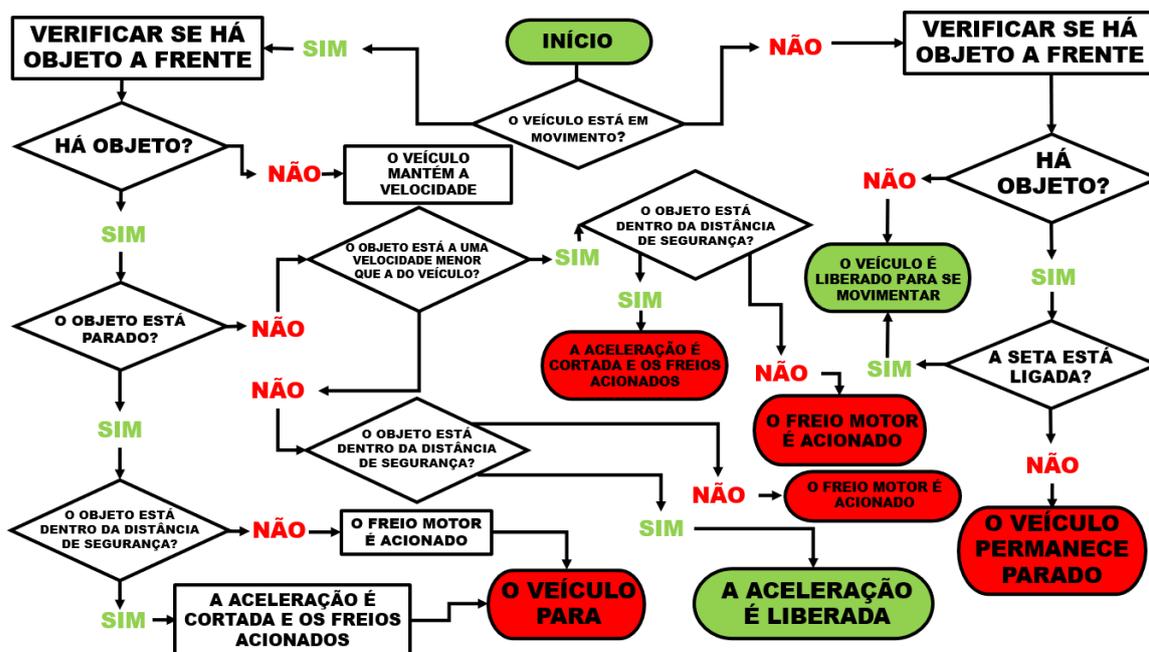
Tendo esses limites e condições impostos, a rotina a ser executada no programa é:

1. Se não há objetos à frente:
 - Há liberação para acelerar o veículo;
2. Se o objeto da frente está parado e o veículo também:
 - O sistema não libera a aceleração a altas rotações;
 - Baixas rotações são liberadas para manobras (com a seta ligada);
3. O objeto à frente está parado e o veículo está a uma velocidade constante:
 - Se o objeto está fora da área de segurança da velocidade do veículo, a aceleração é suprimida e o veículo utiliza o freio motor para que haja a diminuição da velocidade e a parada do veículo;
 - Se o objeto está dentro da distância de segurança a aceleração é suprimida e os freios acionados;
4. O objeto a frente está a uma velocidade menor que a do veículo:
 - Se o objeto estiver fora da área de segurança, o veículo irá acionar o freio motor, causando a desaceleração até que a velocidade do objeto a frente seja alcançada;

- Se o objeto estiver dentro da distância de segurança, a aceleração é suprimida e os freios ativados para que a distância de segurança seja respeitada;
5. O objeto à frente está acima da velocidade do veículo:
- Se o objeto estiver fora da distância de segurança a aceleração é liberada;
 - Se o objeto estiver dentro da distância de segurança a aceleração é suprimida e o freio motor é utilizado para que a distância de segurança seja respeitada.

E para que as ações descritas anteriormente sejam melhor entendidas, na Figura 10 um fluxograma é apresentado, com uma linguagem menos detalhada que a da listagem para que se veja a interdependência das etapas.

Figura 10 fluxograma da programação



Fonte: [da autora]

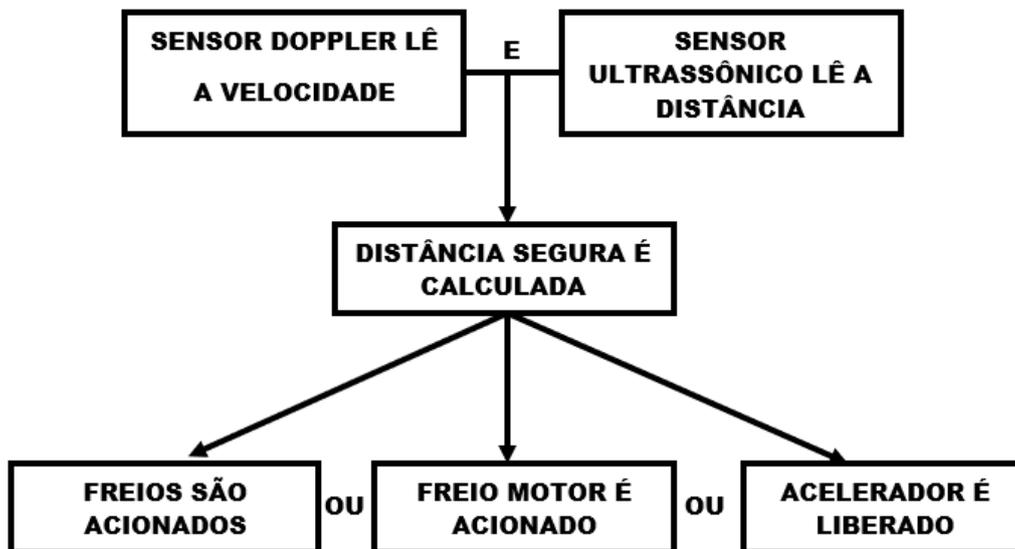
6.1.2 Programação

A programação, apesar das rotinas, teve de ser executada de uma maneira mais simples por conta das limitações do circuito a ser montado como demonstrado no Apêndice A. Para que fosse possível, algumas condições das rotinas foram suprimidas, como aquelas que controlam a rotação do veículo ou o acionamento do freio motor.

6.1.2.1 Diagrama de blocos

Para maiores explicações, o diagrama de blocos mostrará na figura 11 visualmente as ações tomadas pelo sistema, de forma simplificada.

Figura 11 Diagrama de blocos



Fonte: [a autora]

6.2 Circuito

O circuito tem como objetivo trazer à realidade o projeto planejado ao longo deste trabalho, demonstrando de maneira física quais as ações do sistema e possibilitando devidos ajustes.

Nesse projeto, o circuito é dividido em três principais:

- sensor doppler;
- tela lcd;
- sensor ultrassônico.

Os circuitos foram projetados separados para facilidade de montagem e entendimento como mostrado nos Apêndices B e C, porém, ao ser montado o projeto geral, todos os circuitos se interligam e são interdependentes por causa da programação.

6.3 Componentes

Os componentes possibilitam a montagem do circuito e devem ser utilizados dentro dos parâmetros corretos, como tensão mínima e máxima e corrente suportada.

6.3.1 Lista de componentes

- 1 Arduino UNO Uno R3 Smd Ch340;
- 1 protoboard Breadboard 830 Pontos;
- 1 sensor ultrassônico HC-SR04 – Hyteck, 5V DC, alcance de 2-500cm;
- 1 sensor doppler HB 100, Potência de saída: 5mW, alcance 20m;
- 1 Display LCD de fundo azul 16x2, MingWu, modelo 1602;
- Cabos jumper para Arduino macho-macho;
- Cabos jumper para Arduino fêmea-fêmea;
- 1 capacitor 1 μ F Voltagem máxima: 50V;
- 3 capacitores 10 μ F Voltagem máxima: 50V;
- 2 capacitores 100pF, Voltagem máxima: 25V;
- 2 capacitores 100nF, Voltagem máxima: 25V;
- 2 resistores 220K Ω ,3M;
- 2 resistores 220 Ω ,3M;
- 2 resistores 10K Ω ,3M;
- 2 resistores 1M Ω ,3M;
- 1 resistor 330 Ω ,3M;
- 1 resistor 820 Ω ,3M;
- 1 resistor 270 Ω ,3M;
- 1 resistor de 1K Ω ,3M;
- 2 amplificadores LMC6482, STMicroelectronics, amplificador operacional;
- 1 regulador de tensão LM317, 1.2 A, 37v.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ser humano é sujeito a falhas e nem sempre calcula a ação da maneira mais segura ou mais rápida para determinadas situações e com o aumento de veículos circulando, o risco de acidentes cresce junto a seus riscos materiais e à vida.

Por isso o Sistema de Controle de Velocidade e Frenagem busca uma tomada de decisões sempre visando a segurança daqueles que se encontram no veículo, seja ele de passeio ou comercial.

O objetivo do SCVF é priorizar a segurança em qualquer tomada de decisão envolvendo a movimentação do veículo, seja freando ou até mesmo impedindo a movimentação.

Infelizmente, devido às circunstâncias de isolamento e distanciamento causadas no período de desenvolvimento final desta pesquisa, houve a impossibilidade da montagem física e aplicação prática do projeto.

Sendo parte deste trabalho a eletrônica e lógica de programação, mostrou-se necessário o aprendizado de conteúdos não apresentados no curso de mecânica automobilística, trazendo grande enriquecimento aos conhecimentos de mecânica e eletrônica ao longo da elaboração deste projeto.

8 PROPOSTAS FUTURAS

Todo trabalho pode ser melhorado e sempre é necessário um pensamento de aprimoramento da ideia. A evolução do projeto pode se dar a partir de novos dados ou novas descobertas e, talvez, até mesmo a possibilidade de seu desenvolvimento de forma física.

8.1 Sensor câmera

O objetivo inicial do trabalho seria utilizar o sensor câmera em conjunto com os sensores de velocidade e distância, porém, em virtude do alto custo do sensor e da complexidade da programação necessária, essa ideia foi descartada e a sua utilização será uma sugestão para o futuro, onde o sensor será utilizado para identificar se o objeto a frente é um veículo, um pedestre ou animais na pista.

8.2 - Sensores com resposta mais rápida

Devido às limitações para que os componentes fossem adquiridos, tanto as informações, quanto referente aos preços, os sensores utilizados ainda não possuem a resposta mais rápida daqueles que existem para comercialização. Assim, se houver a implementação em escala, é recomendável a utilização de sensores e microcontroladores que tenham menos tempo de resposta.

8.3 Giroscópio

Para que a realização deste trabalho fosse possível dentro do período determinado, foram desconsideradas as forças que agem sobre o veículo em qualquer inclinação de rampa. A recomendação é que seja instalado um giroscópio que age em conjunto com a frenagem para que proporcione mais eficiência.

8.4 Emergência

Em todo e qualquer sistema deve-se considerar uma emergência, de modo que todos os supressores do sistema parem de agir para que o sistema funcione de forma livre. Para que isso aconteça, conectar a emergência ao pisca-alerta do veículo pode facilitar em uma situação que seja necessária a quebra dos parâmetros definidos na programação.

8.5 Chuva

Nos cálculos executados no trabalho, a aderência ao asfalto molhado foi utilizada como parâmetro de segurança para que houvesse uma margem na distância calculada, porém, esse sistema pode ser atrelado ao sistema de detecção de chuva ou até mesmo à parte do sistema do veículo que aciona os limpadores de para-brisa, assim o parâmetro utilizado para cálculo será o do clima no momento.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(03 de 10 de 2020). Fonte: Quero Bolsa:
<https://querobolsa.com.br/enem/fisica/efeito-doppler>

(03 de 10 de 2020). Fonte: Aliexpress:
<https://pt.aliexpress.com/item/4000361797978.html?src=google&albch=shopping&acnt=494-037->

6276&isd=y&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Gpoogle_7_shopping&aff_atform=google&aff_short_key=UneMJZVf&&albagn=888888&albcp=7303158455&albag=86143156931&trgt=883147839819&

admin. (15 de março de 2017). *Mastertech*. Fonte: blog.Mastertech:
<https://blog.mastertech.com.br/tecnologia/o-que-e-java-e-o-que-posso-fazer-com-isso/>

Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito. (s.d.). Fonte:
http://www.vias-seguras.com/layout/set/print/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_nacionais/estatisticas_do_denatran

BARBAN, Gustavo Santos; AZEVEDO, Vitor Merli de. (26 de junho de 2018).
<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-06082018-170838/?&lang=br>. Fonte: Biblioteca digital, trabalhos acadêmicos, USP:
<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-06082018-170838/?&lang=br>

Bianchi, P. L. (-). *Curso Prático de C++*. Acesso em 2020, disponível em Curso Prático de C++:
<http://www.bianchi.pro.br/apostilas/Curso%20Pratico%20de%20C++.pdf>

Bosch, R. (2004). *Manual de Tecnologia Automotiva*. São Paulo: Edgard Blüncher.

Carlos. (7 de julho de 2020). *Hostinger Tutoriais*. Fonte: Hostinger.com.br:
<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-php-guia-basico/>

Chouinard, J. (s.d.). *baumer*. Fonte: vision online:
https://www.visiononline.org/userassets/aiauploads/file/cvp_the-fundamentals-of-camera-and-image-sensor-technology_jon-chouinard.pdf

Conteúdo extraído e organizado a partir da intranet do SENAI-SP. (s.d.). Sistema de Gestão integrada- Gestão da Qualidade . 2ª edição.

Cornélio, E. d. (29 de 11 de 2020). *Tectronics*. Fonte: <https://www.tecnotronics.com.br/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04/>

Dicionário. (s.d.).

Forlogic, G. (9 de novembro de 2016). *Ferramentas da qualidade* . Fonte: <https://ferramentasdaqualidade.org/fluxograma/>

G., A. (30 de novembro de 2020). Fonte: Hostinger Tutoriais: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-css-guia-basico-de-css/#:~:text=CSS%20é%20chamado%20de%20linguagem,da%20representaçã,o%20visual%20do%20site.&text=Utilizando%20o%20CSS%20é%20possível,fonte%20e%20espaçamento%20entre%20parágrafos>

Guimarães,, A. V., Nakatani, A. M., & Neto, V. M. (s.d.). *CIMEC*. Fonte: https://www.researchgate.net/profile/Alessandro_Nakatani/publication/269874147_Medicao_Com_Sensor_Ultrassonico_HC-SR04/links/549875540cf2eeefc30f98d0.pdf

Icetrان. (29 de agosto de 2018). *icetrان*. Fonte: <https://icetrان.com.br/blog/equipamentos-obrigatorios-para-veiculos/>

Junior, C. (1 de abril de 2019). *Project Builder*. Fonte: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/mapas-mentais/>

LIMA, M. L. (27 de fevereiro de 2020). *FATEC Santo André tcc eletrônica*. Fonte: site da FATEC Santo André: <http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC102.pdf>
masterwaler. (s.d.). Fonte: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>

McEwan, T. E. (2001). *USA Patente Nº 6,426,716 B1*.

McRoberts, M. (2011). *Arduino Básico*. Novatec Editora.

Napoleão, B. M. (10 de agosto de 2018). *ferramentas da qualidade*. Fonte: <https://ferramentasdaqualidade.org/5w2h/>

Pacievitch, Y. (2020). *Infoescola*. Fonte: <https://www.infoescola.com/informatica/c-sharp/>

PETRONIS,Isaque et al. (16 de Dezembro de 2019). Sensor de pontos cegos em um ônibus. Santo André, São Paulo, Brasil.

PHP. (2020). Fonte: Manual do PHP: [https://www.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php#:~:text=O%20PHP%20\(um%20acrônimo%20recursivo,ser%20emb%20utida%20dentro%20do%20HTML](https://www.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php#:~:text=O%20PHP%20(um%20acrônimo%20recursivo,ser%20emb%20utida%20dentro%20do%20HTML)

Redação. (18 de fevereiro de 2019). *OlharDigital*. Fonte: OlharDigital: <https://olhardigital.com.br/2019/02/18/noticias/raspberry-pi-o-que-e-para-que-serve-e-como-comprar/#:~:text=O%20dispositivo%20foi%20criado%20no,com%20produtos%20de%20preço%20acessível>.

Seeed. (12 de 2020). Fonte: Seeed: <https://www.seeedstudio.com/blog/2019/12/06/introducing-openmv-cam-arduino-of-machine-vision/>

Shimabukuro, I. (4 de agosto de 2020). *OlharDigital*. Fonte: OlharDigital: <https://olhardigital.com.br/2020/08/04/noticias/phyton-passa-a-ser-segunda-linguagem-de-programacao-mais-popular/>

Souza, T. C. (2008). Fonte: DevMedia: <https://www.devmedia.com.br/conhecendo-a-linguagem-ruby/8226>

tecnicas. (s.d.). Fonte: <https://tecnicas.com/como-ligar-um-display-lcd-no-arduino-uno/>

Trânsito BR. (11 de 09 de 2020). Fonte: O Portal do Trânsito Brasileiro: https://www.transitobr.com.br/index2.php?id_conteudo=9#:~:text=Mundo%3A%201%2C2%20milhão%20mil,1%20milhão%20de%20acidentes%2Fano

UFCG, I. R. (23 de setembro de 2020). *Capítulo Estudantil de Robótica e Automação*. Fonte: Capítulo Estudantil de Robótica e Automação: <https://edu.ieee.org/br-ufcgras/o-que-e-um-microcontrolador/>

ufrgs, I. I. (11 de 2020). *lief if ufrgs*. Fonte: lief if ufrgs: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjOuZzt-Z7tAhVIJ7kGHWI4DgoQFjABegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Flief.if.ufrgs.br%](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjOuZzt-Z7tAhVIJ7kGHWI4DgoQFjABegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Flief.if.ufrgs.br%2F)

2Fpub%2Fcref%2Fpe_Goulart%2FAULA_4_-
_Distancias_de_Frenagem_em_Situacoes_Realistas%2FAULA%25

Yi Wang, Guohong Cao. (2011, Maio). Barrier Coverage in Camera Sensor Networks. Pennsylvania, EUA.

APÊNDICE A PROGRAMAÇÃO

```
#include <Wire.h>

#include <FreqMeasure.h> // biblioteca da medição de frequência

#include <LiquidCrystal.h> // biblioteca da tela lcd

#include <Ultrasonic.h> //INCLUSÃO DA BIBLIOTECA NECESSÁRIA PARA
FUNCIONAMENTO DO CÓDIGO

double sum = 0;

int count = 0;

const int echoPin = 7; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04
ECHO(RECEBE)

const int trigPin = 6; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO HC-SR04
TRIG(ENVIA)

const int setaPin = 8; // pino que sinaliza seta ligada

const int verdePin = 0; // sinaliza que vai andarcontinuar andando

const int amareloPin = 1; // sinaliza que vai desacelerar/ para manobrar com
atenção

const int vermelhoPin = 13; // sinaliza que vai parar/ não vai andar

//lcd(12,11,5,4,3,2); // pinos do lcd

int distancia; //VARIÁVEL DO TIPO INTEIRO

String result; //VARIÁVEL DO TIPO STRING

float f; // Frequencia

float v; // velocidade média dos dois objetos

int d; // velocidade do meu veículo (m/s)
```

```
int s; // seta on/off

// variável (distancia) é a distância lida pelo sensor

Ultrasonic ultrasonic(trigPin,echoPin); //INICIALIZANDO OS PINOS DO
ARDUINO

LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2); // pinos do lcd

void setup()
{
  pinMode(echoPin, INPUT); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA (RECEBE)
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //DEFINE O PINO COMO SAIDA (ENVIA)
  Serial.begin(9600); //INICIALIZA A PORTA SERIAL
  pinMode (setaPin, INPUT); // define o pino como entrada
  pinMode (verdePin, OUTPUT); // define pino como saída
  pinMode (amareloPin, OUTPUT); // DEFINE PINO COMO SAÍDA
  pinMode (vermelhoPin, OUTPUT); // DEFINE PINO COMO SAÍDA

  lcd.begin(16,2); // incia o lcd

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write("radar doppler");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.write("Versão 1.0");
```

```
delay(4000);

lcd.setCursor(0,0);
lcd.write("      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.write("      ");

lcd.setCursor(0,0);
lcd.write("f = ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.write("v = ");

FreqMeasure.begin();
int s = digitalRead (setaPin);

}

//mainloop

void loop()
{
  if (FreqMeasure.available())
  {
    // average the readings together
    sum = sum + FreqMeasure.read();
```

```
count = count + 1;

if (count >= 10)
{
  f = FreqMeasure.countToFrequency(sum / count);

  v = f / 19.49;    // conversão da frequência em km/h

  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.write("    ");
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.write(f);
  lcd.write(" Hz");

  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.write("    ");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.write(v);
  lcd.write(" km/h");

  Serial.write("v = ");
  Serial.println(v,1);

  delay(50);

  sum = 0;
```

```

    count = 0;

    }}

//MÉTODO RESPONSÁVEL POR CALCULAR A DISTÂNCIA

//void hcsr04(){

    digitalWrite(trigPin, LOW); //SETA O PINO 6 COM UM PULSO BAIXO
"LOW"

    delayMicroseconds(2); //INTERVALO DE 2 MICROSSEGUNDOS

    digitalWrite(trigPin, HIGH); //SETA O PINO 6 COM PULSO ALTO "HIGH"

    delayMicroseconds(10); //INTERVALO DE 10 MICROSSEGUNDOS

    digitalWrite(trigPin, LOW); //SETA O PINO 6 COM PULSO BAIXO "LOW"
NOVAMENTE

    //FUNÇÃO RANGING, FAZ A CONVERSÃO DO TEMPO DE

    //RESPOSTA DO ECHO EM CENTIMETROS, E ARMAZENA

    //NA VARIÁVEL "distancia"

    distancia = (ultrasonic.Ranging(CM)); //VARIÁVEL GLOBAL RECEBE O
VALOR DA DISTÂNCIA MEDIDA

    result = String(distancia); //VARIÁVEL GLOBAL DO TIPO STRING RECEBE
A DISTÂNCIA(CONVERTIDO DE INTEIRO PARA STRING)

    delay(500); //INTERVALO DE 500 MILISSEGUNDOS

if (distancia >= 100 && d==0 && v <=0)

    {digitalWrite (verdePin, HIGH); // libera para acelerar }

    }else if (setaPin == HIGH && d<= 2 )

    { digitalWrite (amareloPin, HIGH); // libera para acelerar mas com atenção}

    }else if ( v<= 10 && d>=2 && distancia<= ((d^2)/9,81)) // objeto parado

    {digitalWrite (vermelhoPin, HIGH);

```

```
    }else if ( v<= 10 && d>=8 && distancia<= ((d^2)/9,81)) // objeto está a uma  
velocidade menor
```

```
    {digitalWrite ( amareloPin, HIGH);
```

```
    }else if (v>= 10 && distancia>= ((d^2)/9,81)) // OBJETO ESTÁ COM  
VELCIDADE MAIOR
```

```
    {digitalWrite (amareloPin, HIGH); // ATENÇÃO PORQUE AINDA TEM  
OBJETO A FRENTE
```

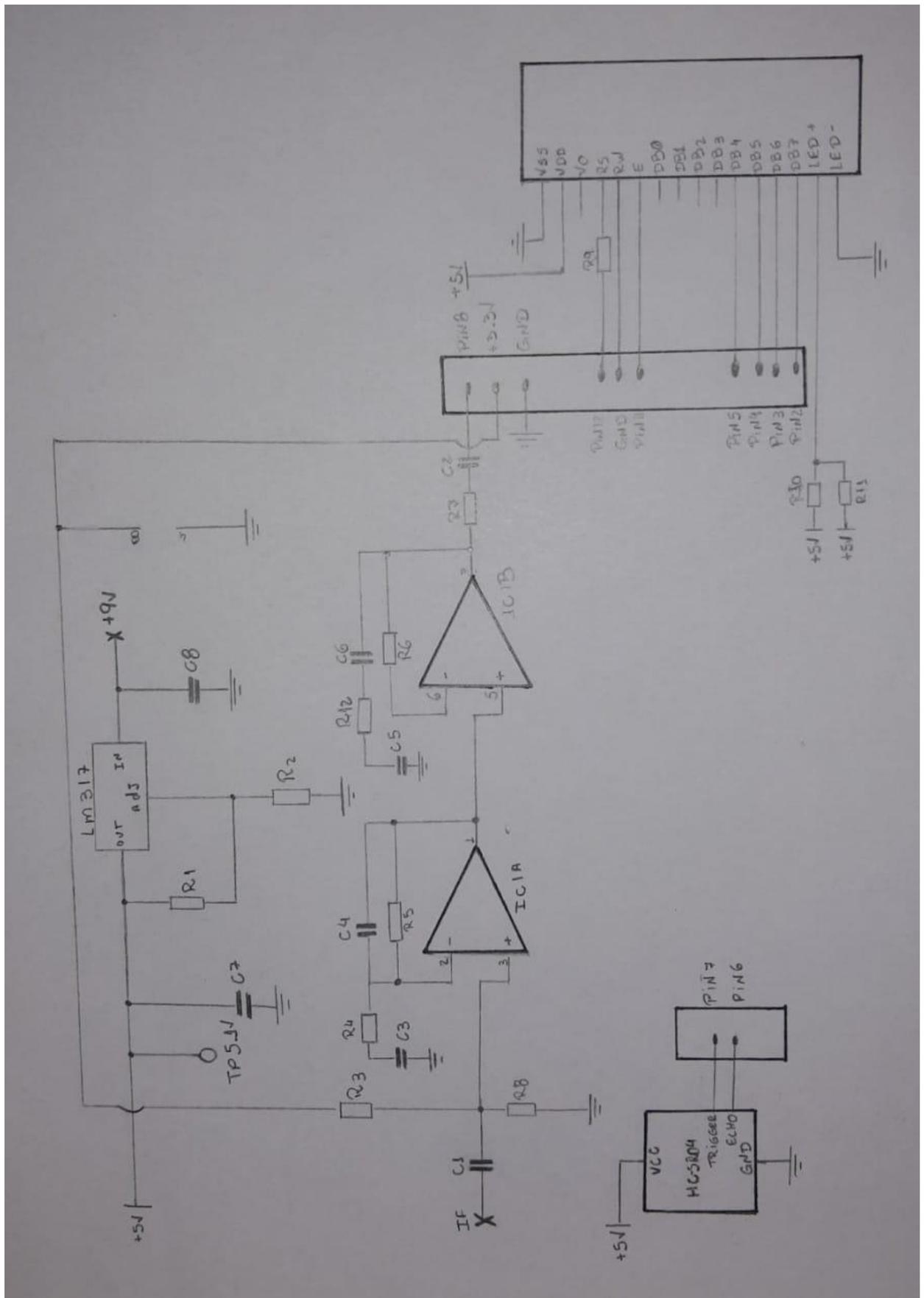
```
    digitalWrite (verdePin, HIGH);
```

```
    }else
```

```
    {digitalWrite (verdePin, HIGH);}
```

```
}
```

APÊNDICE B- ESQUEMA ELÉTRICO



APÊNDICE C- LEGENDA DO ESQUEMA ELÉTRICO

legenda	valor	unidade de medida	legenda	valor	unidade de medida
R1	220	Ω	C1	10 μ	F
R2	820	Ω	C2	10 μ	F
R3	10K	Ω	C3	10 μ	F
R4	1M	Ω	C4	100 ρ	F
R5	1M	Ω	C5	10 μ	F
R6	330	Ω	C6	100 ρ	F
R7	220K	Ω	C7	100 η	F
R8	1K	Ω	C8	100 η	F
R9	220	Ω	IC1A	LM6482	
R10	220	Ω			
R11	10K	Ω			