

Ramon Medeiros Duarte

Dispositivo Embarcado para Detecção de Queda de Motocicleta

Teresina – PI, Brasil

2018

Ramon Medeiros Duarte

Dispositivo Embarcado para Detecção de Queda de Motocicleta

Dissertação submetida à Universidade Estadual do Piauí Como parte dos requisitos para a Obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Orientador: Líliam Barroso Leal

Teresina – PI, Brasil

2018

Ramon Medeiros Duarte

Dispositivo Embarcado para Detecção de Queda de Motocicleta/ Ramon Medeiros Duarte. Teresina – PI, Brasil, 2018

Orientador: Lílíam Barroso Leal

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Piauí – UESPI, 2018.

1. Embarcado. 2. GSM. 3. GPS. 3. RF 433 Mhz. I. Lílíam Barroso Leal. II. Universidade Estadual do Piauí.

Ramon Medeiros Duarte

Dispositivo Embarcado para Detecção de Queda de Motocicleta

Dissertação submetida à Universidade Estadual do Piauí Como parte dos requisitos para a Obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho aprovado. Teresina – PI, Brasil, julho de 2018:

Lianna Mara Castro Duarte

Constantino Augusto Dias Neto

Líliam Barroso Leal
Orientador

Teresina – PI, Brasil
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida e pela pessoas que fazem parte dela.

A minha mãe por me incentivar a cada dia, pela paciência, amor e confiança na minha árdua caminhada até aqui.

Ao meu pai que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu.

A professora Líliam Barroso Leal por me orientar e me guiar nessas últimas etapas do curso.

Aos colegas de turma que compartilharam momento bons durando minha jornada na UESPI.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A partir dos anos 90 intensificou-se a popularização do transporte individual nas metrópoles, com isso o número de acidentes com vítimas fatais cresceram. O número de mortes e invalidez aumentaram em virtude da assistência tardia para as pessoas envolvidas no acidente. Além de causar encargos sociais e econômicos para as vítimas envolvidas e para a assistência pública, existe o problema da falta de informação a família da vítima sobre o acidente ocorrido pois, dependendo do estado de saúde da vítima, pode haver dificuldade em comunicar para os familiares caso a mesma esteja inconsciente. Outro fator que pode ocorrer é o motociclista sofrer acidente em um local pouco movimentado, o dispositivo proposto pode ajuda-lo avisando os familiares o local do possível acidente, que por sua vez poderá chamar o serviço de emergência. Neste trabalho foram investigadas as propriedades de um acelerômetro digital com o objetivo de analisar o comportamento dos eixos X, Y e Z, para detectar a queda de uma motocicleta. As amostras foram coletadas e armazenadas em um cartão de memória em situações distintas, na primeira a motocicleta é guiada normalmente, a segunda simula uma queda. Os dados coletados foram utilizados para realizar o treinamento de uma rede neural com o objetivo de separa-los em dois grupos distintos queda e não queda, assim os novos dados serão classificados de forma mais precisa. Após essa análise de dados, alguns outros dados são obtidos a partir do modulo GPS com o objetivo de enviar uma mensagem curta contendo a localização do possível acidente, essa mensagem é transmitida a partir de um modulo GSM para os números previamente cadastrados. O dispositivo também conta com o sistema antifurto (opcional) que é possível habilitar e desabilitar o funcionamento da motocicleta através de um controle remoto RF.

ABSTRACT

From the 90s intensified the popularization of private transport in cities, thus the number of fatal crashes increased. The number of deaths and disability increased because of delayed assistance to people involved in the accident. In addition to causing social and economic burden on victims involved and public assistance, there is the problem of lack of information the victim's family about the accident occurred because, depending on the health status of the victim, there may be difficulty in communicating to family members if it is unconscious. Another factor that can occur is the rider suffering an accident in a little busy place, the proposed device can help you advising family members the location of possible accident, which in turn can call the emergency service. In this study were investigated the properties of a digital accelerometer in order to analyze the behavior of the axes X, Y and Z for detecting the fall of a motorcycle. Samples were collected and stored in a memory card in different situations, the first motorcycle is driven normally, the second simulates a fall. The collected data were used to conduct the training of a neural network in order to separate them into two distinct groups and not fall down, and the new data will be classified more accurately. After this data analysis, some other data are obtained from the GPS module in order to send a short message containing the location of the possible accident, this message is transmitted from a GSM module for pre-registered numbers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modulo utilizado que contem o acelerômetro ADXL345.	17
Figura 2 – Representação da "constelação"de satélites em orbita do planeta Terra.	18
Figura 3 – Modulo GPS Neo-6m.	18
Figura 4 – Modulo GSM Sim800l.	19
Figura 5 – Modulo emissor e receptor respectivamente	20
Figura 6 – Rede Neural de Camada Única.	22
Figura 7 – Sistema Linearmente Separável	23
Figura 8 – Rotina executada pelo microcontrolador	24
Figura 9 – Trilhas e mascara de componentes do protótipo	25
Figura 10 – Parte superior da placa finalizada	26
Figura 11 – Parte inferior da placa finalizada	26
Figura 12 – SMS recebido do dispositivo	28
Figura 13 – Retorno do SMS recebido no dispositivo	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados do treinamento	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS	Sistema de Posicionamento Global
GSM	Sistema Global para Comunicações Móveis
SMS	Serviço de Mensagem Curta
RF	Radiofrequência
MCU	Microcontrolador
Mhz	Megahertz
RNA	Rede Neural Artificial
SUS	Sistema Único de Saúde
MEMS	Sistemas microeletromecânicos
I2C	Inter-Integrated Circuit
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
UART	Transmissão e Recepção Assíncrona Universal
AT	Comandos Hayes (conhecido como comando AT)
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
PCI	Placas de Circuito Impresso
IA	Inteligência Artificial
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
SMD	Surface Mount Technology

SUMÁRIO

	Introdução	12
1	JUSTIFICATIVA	13
2	OBJETIVOS	15
2.0.1	Objetivo Específico	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	Tecnologias Utilizadas	16
3.1.1	Acelerômetro	16
3.1.2	Sistema de Posicionamento Global	17
3.1.3	Sistema Global para Comunicações Móveis	18
3.1.3.1	Modulo Sim800L	19
3.1.4	Comunicação via Radiofrequência	19
3.1.4.1	Modulo RF 433Mhz	20
3.1.5	Microcontroladores	20
3.1.5.1	Principais Características	20
3.1.5.2	Comparação com os Microprocessadores	21
3.1.5.3	Arduíno e Atmega328p	21
3.1.6	REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)	21
3.1.6.1	Rede Neural Perceptron	22
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	24
4.1	Rotinas do dispositivo	24
4.2	Construção do protótipo	25
5	COLETA DE DADOS	27
6	RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	31

INTRODUÇÃO

Na maioria das cidades brasileiras o transporte individual e privado se populariza cada vez mais. A partir da década de 1990 a popularização do transporte individual intensificou-se nas metrópoles, com o surgimento do carro popular e da motocicleta destinada às classes populares. Esse processo resulta de uma pesquisa que apontou esse mercado como solução de mobilidade ([SILVA, 2017](#)). Vários fatores levam a sua escolha, entre eles o baixo valor de aquisição, longos prazos de financiamento, agilidade no trânsito, opção como meio de transporte para trabalho e baixo custo de consumo e manutenção.

As motocicletas estão ocupando cada vez mais espaço no trânsito, e essa expansão colaborou com o surgimento de alguns problemas urbanos. Com o crescimento da quantidade desse tipo de veículo, ocorre no País um aumento significativo de acidentes envolvendo motocicletas ([GANNE, 2010](#)), o não cumprimento das leis de trânsito, distração, condições inadequadas das ruas e avenidas, tráfego com chuva, excesso de velocidade, fadiga e veículos em más condições de uso, são fatores que influenciam nos riscos de acidentes ([SILVA; OLIVEIRA; FONTANA, 2011b](#)), apesar de haver campanhas de sensibilização para o público, este problema continua aumentando a cada dia ([WATTHANAWISUTH; LOMAS; TUANTRANONT, 2012](#)). O número de mortes e invalidez são muito elevados por conta da assistência tardia para as pessoas envolvidas no acidente. Estes causam enormes encargos sociais e econômicos para as pessoas envolvidas.

Portanto, vários grupos de pesquisa e grandes fabricantes de motocicletas, têm desenvolvido dispositivos de segurança para proteger os pilotos de lesões acidentais. No entanto, um bom dispositivo de segurança para a motocicleta é difícil de implementar e muito caro ([WATTHANAWISUTH; LOMAS; TUANTRANONT, 2012](#)).

A assistência tardia pode ocorrer por vários fatores como ambulância longe do local do acidente, atrasos devido ao trânsito, demora para chamar o serviço de emergência, caso o acidente ocorra em um local pouco movimentado e o condutor permaneça incapaz de pedir ajuda, necessitando esperar ajuda de terceiros para entrar em contato com a emergência e avisar os familiares sobre o ocorrido, que nem sempre é uma tarefa fácil, pois frequentemente não são encontradas informações sobre os familiares para entrar em contato (no caso do acidentado não seja capaz de passar informações de contato).

Em algumas cidades como Teresina PI, para agilizar o atendimento dos primeiros socorros, os socorristas podem utilizar motocicleta como uma unidade de atendimento móvel, para chegar mais rápido no local do acidente realizando os procedimentos de primeiros socorros, enquanto espera a chegada da ambulância, contudo nem sempre é possível chegar a tempo de socorrer a vítima com vida ou evitar sequelas.

Outro grande problema para os motociclistas foi identificado em um estudo que teve como finalidade discutir a árdua busca de segurança entre trabalhadores motoboys da cidade de Salvador - BA ([SILVA; OLIVEIRA; FONTANA, 2011b](#)), foi verificado que, 56% da amostra entre os entrevistados, duas pessoas perderam sua motocicleta por furto, oito sofreram tentativas de assalto e oito já tinham sido assaltados, entre estes últimos, dois haviam sido vítimas de assalto mais de uma vez, entre os riscos que os mototaxistas e motoboys percebem no cotidiano de trabalho, todos os entrevistados evidenciaram o risco de acidente de trânsito e de assalto, muitos destes trabalhadores perdem seus veículos, carga transportada e dinheiro em decorrência de assaltos. Contudo esses trabalhadores alegam que além do risco diário de acidentes no trânsito, há a preocupação com a violência configurada pelo assalto e com o roubo de seu patrimônio pessoal, um importante instrumento de trabalho([SILVA; OLIVEIRA; FONTANA, 2011b](#)).

Tendo em vista os problemas citados acima, essa pesquisa propõe uma solução baseada em hardware que será instalado na motocicleta, constituindo em um dispositivo de segurança de bloqueio da motocicleta para evitar furto, com um dispositivo para detecção de quedas e alerta em mensagem de texto com a localização para os familiares cadastrados caso ocorra um possível acidente.

1 JUSTIFICATIVA

Observando o grande aumento dos acidentes envolvendo motocicletas no Brasil, foi realizado um estudo, com o objetivo de caracterizar as vítimas atendidas desse tipo de acidente em um serviço de emergência no Piauí, a pesquisa teve uma quantidade de amostra de 430 vítimas, a análise apontou o sexo masculino como predominante e com faixa etária de 15 a 24 anos, observou-se que 301 dessas vítimas conduzia motocicleta, 81 estavam como passageiros, e 48 foram atropelados por uma motocicleta, 76,05% dos acidentes ocorreram de quinta-feira a domingo, 80,75% tiveram sequelas temporárias, 51,4% tiveram fraturas, 52,07% não fazia uso do capacete e 14 veio a óbito ([SANTOS et al., 2008](#)). O estudo conclui que acidentes envolvendo esse tipo de veículo merece atenção, como ações preventivas e controle de suas ocorrências no estado e em todo o país.

Alguns dados relevantes na literatura científica relacionados a esse tema, devido a crescente demanda de acidentes de transito a medicina ortopédica discute a subespecificidade em trauma, segundo pesquisa realizada pelo IPEA o SUS (Sistema Único de Saúde) gasta mais com traumas do que com doenças, acidentes de trânsito chegam a custar no mundo cerca de US\$ 8 bilhões por ano e no Brasil R\$ 3,6 bilhões, esse custo foi determinado com base no tratamento e reabilitação ou reposição de bens materiais danificados dos envolvidos em acidentes, o mesmo é denominado de "Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas"([ANJOS et al., 2007](#)).

Nos últimos 20 anos calcula-se que 12 milhões de vítimas de acidentes de trânsito perderam a vida e 250 milhões tiveram algum tipo de ferimento ou sequelas, isto gerou um problema de saúde pública ([ANJOS et al., 2007](#)).

No Brasil a motocicleta é um meio de transporte muito importante, especialmente para a classe trabalhadora que utiliza o veículo em serviços como mototáxi, motofrete e motoboy, devido ao seu baixo custo de consumo e manutenção. Esses serviços tem um custo reduzido, em grandes e pequenas cidades o serviço alternativos usando motocicleta vem aumentando, contudo a classe trabalhadora percebem no cotidiano os maiores risco de acidente de transito e assalto ([SILVA; OLIVEIRA; FONTANA, 2011a](#)).

Com o intuito de colaborar com a classe trabalhadora e os demais usuários de motocicletas, justifica-se o desenvolvimento de uma solução embarcada, com o objetivo de ser um dispositivo de segurança para inibir a perda de seu veículo em caso de assalto, equipado com um detector de quedas da motocicleta, que emitirá um alerta via mensagem de texto para números cadastrados no dispositivo, contendo a localização do possível acidente, assim caso a queda ocorra em um local pouco movimentado e a vítima não tenha condições de pedir ajuda, os números cadastrados ficam informados da localização

por meio de uma mensagem de texto, podendo tentar ajudá-lo, chamar o socorro para o local informado pelo dispositivo. Outra vantagem seria para empresas que possuem motoboys, ter a opção de monitorar melhor seus funcionários, em caso de acidente tomando as decisões necessárias sobre o ocorrido.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa pesquisa é criar um protótipo usando um microcontrolador ATmega328p e sensores MEMS(Sistemas microeletromecânicos) como giroscópio, acelerômetro e módulos como o RF para comunicação com o controle, modulo GSM e GPS, capaz de localizar a motocicleta por meio de comandos recebidos por SMS, ativar e desativar o funcionamento da motocicleta através de um controle RF para dificultar um possível roubo, uma vez que a função bloquear estava ativada, caso o roubo ainda ocorra outra modalidade de desativar o funcionamento da motocicleta é enviando um comando específico para o número do modulo GSM instalado na motocicleta, outra funcionalidade é detectar queda da motocicleta, emitindo um alerta para os números de celulares cadastrados por meio de mensagem de texto contendo a localização do possível acidente.

2.0.1 Objetivo Específico

- Usar um controle RF para desabilitar ou habilitar o funcionamento do motor.
- Obter dados do acelerômetro a partir do protótipo, para identificar queda da motocicleta.
- Implementação de uma interface sonora indicando funcionamento.
- Implementação do envio de mensagens curtas com o conteúdo obtido do GPS, como latitude e longitude.

3 METODOLOGIA

A metodologia do projeto está dividida em 7 etapas:

- ETAPA 1- Construção de um protótipo de um dispositivo de monitoramento: o sistema embarcado conterá sensores para coletar os dados referentes ao equilíbrio da motocicleta, para posteriormente os dados serem estudados e classificar em queda ou não queda, o sensor utilizado para identificar o equilíbrio da motocicleta é o acelerômetro.
- ETAPA 2- Realizar simulações de quedas utilizando uma bicicleta em um local controlado, obtendo os dados e gravando em um cartão de memória.
- ETAPA 3- Realizar o estudo dos dados obtidos na etapa 2, com algoritmo de inteligência artificial para melhor classificar os dados em queda ou não queda.
- ETAPA 4- Adicionar o modulo de GSM e GPS para construir o emissor de alerta por mensagem de texto.
- ETAPA 5- Implementar a lógica para emitir alertas em caso de queda por meio de uma SMS, com o conteúdo em texto contendo a localização obtida do GPS do possível acidente.
- ETAPA 6- Adicionar um receptor de rádio frequência, capaz de se comunicar com um controle da mesma frequência, para habilitar ou desabilitar o funcionamento do motor (Modo anti-furto).
- ETAPA 7- Realizar testes com o conjunto todo, simular quedas e verificar se o nível de confiança do resultado é aceitável, teste do dispositivo de segurança, o motor da motocicleta não poderá funcionar enquanto o controle der o comando de habilitar o funcionamento.

3.1 Tecnologias Utilizadas

3.1.1 Acelerômetro

A aceleração é uma grandeza física cinemática que mede quão rapidamente a velocidade de um corpo varia ao longo do tempo ([ROCHA; MARRANGHELLO, 2013](#)). O Acelerômetro utilizado no experimento, é um acelerômetro digital de 3 eixos (ADXL345) com alta resolução de medição de 13 bits de até $\pm 16g$. Os dados de saída digital são formatado como pares de 16bits e é acessível através de uma interface I2c. Ele mede a

aceleração da gravidade estático em aplicações de sensores de inclinação, assim como a aceleração dinâmica resultante de um movimento ou choque.

Figura 1 – Módulo utilizado que contém o acelerômetro ADXL345.



Fonte: Do autor

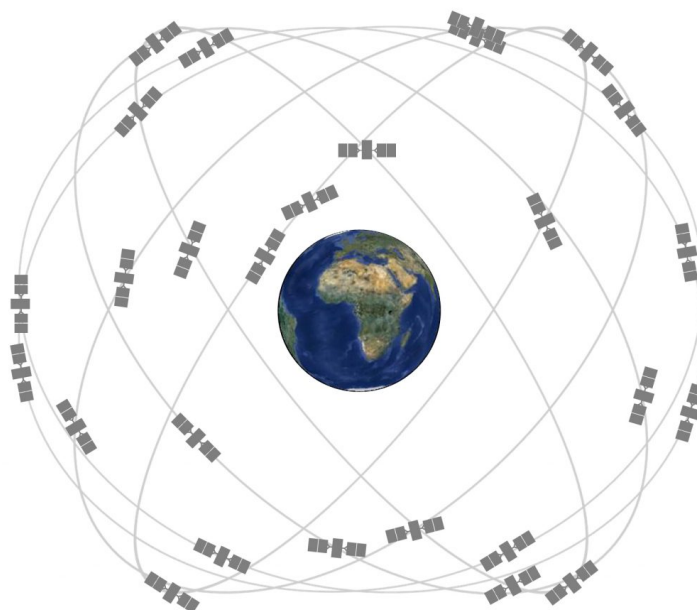
3.1.2 Sistema de Posicionamento Global

O funcionamento do Sistema de Posicionamento Global-GPS se dá devido uma junção de cinco campos da ciência e engenharia, que são: Engenharia de telecomunicações, responsável pelo sinal emitido pelos satélites, Engenharia aeroespacial, responsável pelo sistema de satélites orbitando o planeta, Mecânica Quântica, responsável por garantir a precisão dos relógios atômicos; Teoria da Relatividade Geral, usada nos cálculos dos tempos de propagação dos sinais enviados pelos satélites; e Engenharia da Computação, usada no desenvolvimento de aparelhos portáteis os quais vão receber o sinal dos satélites e fazer os devidos cálculos para obter a localização do dispositivo.([CORREIA; POULIS, 2017](#)).

Existe uma “constelação” de satélites na órbita Terrestre. Essa constelação é composta por 24 satélites e mais 4 sobressalentes, cada um conhece exatamente sua órbita e possui um relógio atômico de precisão. Esses satélites, enviam um sinal de rádio periodicamente para os receptores, que são responsáveis por indicar a sua posição e hora exata que marca no relógio do dispositivo (celular, relógio de pulso etc).([CORREIA; POULIS, 2017](#)).

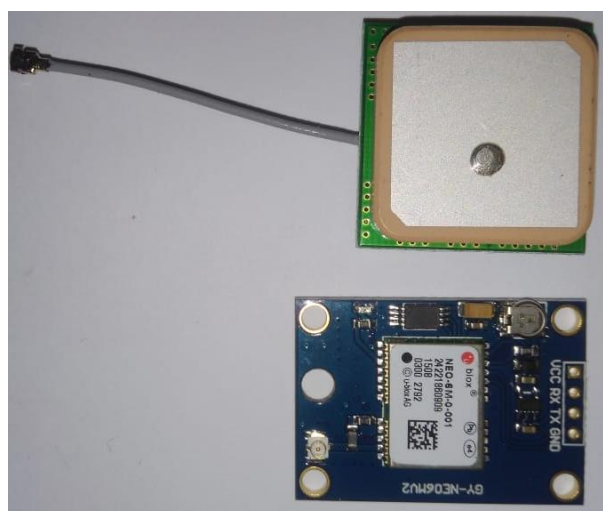
O módulo GPS a ser utilizado é o Neo-6m, que é capaz de informar alguns dados como data, hora, velocidade de deslocamento, latitude e longitude, com essas informações será montado uma mensagem de texto para ser utilizado para envio via GSM.

Figura 2 – Representação da "constelação" de satélites em órbita do planeta Terra.



Fonte: (VIDAL, 2018)

Figura 3 – Módulo GPS Neo-6m.



Fonte: Do autor

3.1.3 Sistema Global para Comunicações Móveis

O GSM (*Global System for Mobile Communications*), surgiu na Europa na década de 90 na faixa de 900 Mhz, que por sua vez é a mesma frequência que a Tecnologia TDMA utilizava, no entanto possui característica diferentes do IS-54 e IS-136 assim sendo incompatíveis. Com esse sistema as comunicações celulares na Europa foram padronizadas, permitindo o telefone ser utilizado em qualquer país europeu (DIAS; SADOK, 2001).

Na 2ª geração de celulares foram introduzidos novos serviços de comunicação de voz, com maior qualidade e capacidade de transmissão, possibilitando atender um maior número de usuários e, também, foram criados serviços de transmissão de dados como o Serviço de Mensagens Curtas (Short Messages Service - SMS) para transmissão de pequenos pacotes de dados (DIAS; SADOK, 2001).

3.1.3.1 Modulo Sim800L

O modulo utilizado é o Sim800l que suporta a tecnologia Quad-Band rede Gsm / Gprs, com essas tecnologias é possível enviar dados e mensagens SMS, possui comunicação com o microcontrolador através da porta UART (converte dados paralelos para a forma serial e vice versa), suporta comandos AT (comandos consiste em uma série de cadeias curtas de texto que podem ser combinadas para produzir comandos para operações tais como ligar, desligar ou mudando os parâmetros da conexão).

Figura 4 – Modulo GSM Sim800L.



Fonte: Do autor

3.1.4 Comunicação via Radiofrequência

A radiofrequência ou ondas de rádio é amplamente utilizada nas comunicações sem fio, essas ondas levam energia de um ponto a outro, isso permite a comunicação sem a utilização de meio físico como fios, assim como nas transmissões de televisão e comunicação via celular, (OLIVEIRA; LIMA, 2018).

Radiofrequência é o sinal que se propagam por um condutor via cabo, normalmente de cobre, e são irradiados no ar através de uma antena. A antena converte o sinal para um sinal Wireless (sem fio). Os sinais, são propagados em todas as direções (omnidirecional) em linhas retas. As ondas eletromagnéticas, que são utilizadas na comunicação por

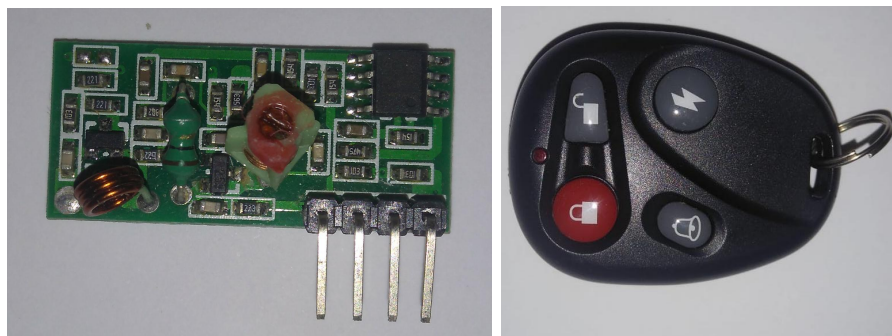
radiofrequência, não necessitam de um meio material para propagação. Desta forma, se propagam no vácuo, água, ar, e alguns sólidos(RAPPAPORT et al., 1996).

Ainda de acordo com (RAPPAPORT et al., 1996) as diferentes bandas de radiofrequências são constituídas por diferentes intervalos de frequência, ou seja, diferentes larguras de banda. Desta forma, à medida que a frequência aumenta, diminui a capacidade de transmitir para distâncias muito longas ao nível da superfície terrestre.

3.1.4.1 Modulo RF 433Mhz

O módulo RF 433 MHz funciona como o esperado em aplicações onde a velocidade de transmissão não seja algo crítico, nessa aplicação é usado apenas para receber um comando vindo de um controle emissor de Rf com um código numérico, esse código é processado pelo MCU e verifica se esse controle está cadastrado ou não para chavear um relé, assim bloqueando ou liberando o funcionamento do motor da motocicleta.

Figura 5 – Modulo emissor e receptor respectivamente



Fonte: Do autor

3.1.5 Microcontroladores

Os microcontroladores são encontrados dentro de outros aparelhos ou dispositivos, eles podem ser programados para executar funções específicas, e são muito utilizados para controlar desde circuitos simples até projetos mais complexos. O microcontrolador apresenta em sua estrutura interna um processador, memória e porta de entrada e saída.

3.1.5.1 Principais Características

Segundo (FORESTI, 2013) microcontroladores se comparado com os miniprocessadores atuais operam em uma frequência de *clock* muito baixa, no entanto são mais que o suficientes para a maioria das aplicações atuais, como por exemplo uma máquina de lavar, impressora 3D e Cnc, tem um desempenho ótimo e de baixo custo e baixo consumo energético no geral é na casa de miliwatts, e geralmente possui função de *sleep* ou *wait* que

resulta em um consumo energético muito menor, esse modo é usado para aplicações que utilizam interrupções ou aguarda eventos externos. O consumo destes microcontroladores em modo de espera pode chegar na casa dos nanowatts, tornando um ponto importante na aplicação de projetos que o consumo de energia seja algo crítico.

3.1.5.2 Comparação com os Microprocessadores

Os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos usuais de um microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais em sua estrutura interna, como memória de leitura e escrita para armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, EEPROM para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores analógico/digitais (ADC), conversores digitais/analógicos (DAC), Portas de entrada e Saída digitais(I/O) para propósito geral(FORESTI, 2013).

3.1.5.3 Arduíno e Atmega328p

Arduíno é uma placa de prototipagem de projetos eletrotônicos que precisam de microcontroladores, ela é construída utilizando um microcontrolador e uma comunicação USB para comunicação com o computador, essas placas possuem o microcontrolador ATmega328p, da ATMEL, e o CI FT232 da FTDI para comunicação serial. A placa tem um projeto bastante simples, e a maior parte da mesma ocupada pela conexão dos pinos de I/O (entrada e saída) do microcontrolador a um conjunto de conectores(MÉLO et al., 2011). Nesse projeto será utilizado apenas o microcontrolador do Arduíno o ATmega328p para executar um conjunto de instruções.

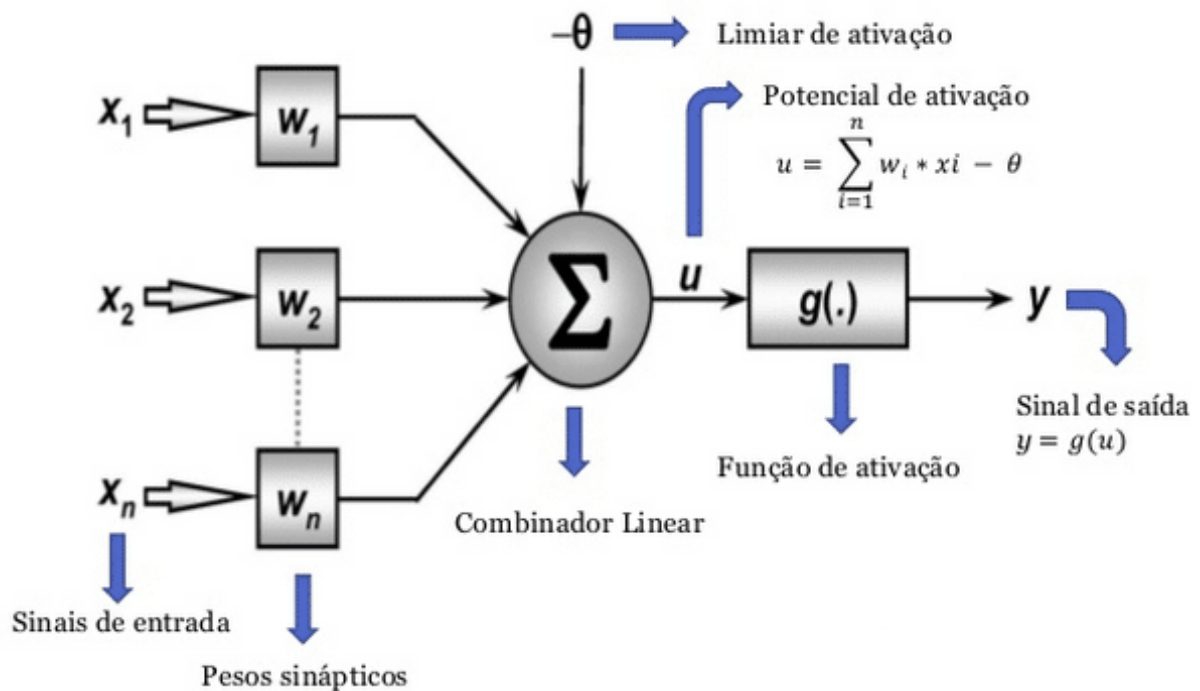
3.1.6 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)

Uma Rede Neural Artificial consiste em neurônios artificiais que abordam a solução de problemas da inteligência artificial. Procurando desenvolver um computador com a capacidade de aprender novas tarefas, melhorando sua capacidade preditiva a partir de erros e correções a partir de dados existentes já conhecidos. Os neurônios artificiais poderão se auto-organizar em diversos ambientes, criando uma precisão maior em sua predição e apresentando comportamentos imprevisíveis. Alguns Fatos Históricos das Redes Neurais O primeiro esforço conjunto para estudar inteligência artificial (IA) foi o encontro no “*Darhmouth College*”, em 1956 (MÉLO et al., 2011). Os modelos RNA possuem uma técnica estatística não-linear capaz de resolver uma grande quantidade de problemas mais complexos. São modelos úteis em situações que não é possível definir uma lista de regras. No geral, isso ocorre quando o ambiente gerador dos dados muda com frequência. As principais áreas de atuação são para classificação de padrões e previsão (VELLASCO, 2007).

3.1.6.1 Rede Neural Perceptron

Segundo (PALMIERE, 2016) o perceptron é a forma mais simples de uma RNA usada para classificar padrões linearmente separáveis. O Perceptron foi criado em 1958 por *Rosenblatt*, sendo a forma mais simples da configuração de uma rede neural artificial, uma vez que é constituída de uma única camada neural e de um único neurônio. A figura 6 ilustra a rede Perceptron de única camada, onde podemos ter N entradas, mas apenas uma única saída com um valor de 0 e 1 ou de -1 e 1, onde x_1 a x_n são os dados de entrada da rede, w_1 a w_n são os pesos sinápticos, a rede após treinada resulta nos pesos que separa as classes, θ é a Limiar de ativação, $u = \sum_{i=1}^n w_i * x_i - \theta$ A função de ativação $g()$ é responsável por definir a ativação de saída do neurônio normalmente o sinal de ativação do neurônio pertence no intervalo (-1, 1).

Figura 6 – Rede Neural de Camada Única.

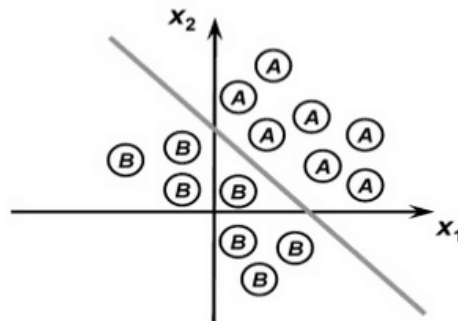


Fonte: (PALMIERE, 2016)

Os pesos sinápticos, assim como o limiar de ativação do Perceptron, são corrigidos com o processo de treinamento supervisionado por meio de uma regra de aprendizado de *Hebb*, para cada amostra dos sinais de entrada. Se a saída produzida coincidir com a saída desejada, os pesos sinápticos e os limiares serão incrementados proporcionalmente aos valores de seus sinais de entrada. Do contrário, caso a saída seja diferente, seus valores serão decrementados. Este processo irá se repetir sequencialmente para todas as amostras de treinamento, até que a saída final seja similar à desejada. O perceptron é capaz de classificar padrões em classes linearmente separáveis, convergindo em um número limitado

de passos a partir dos dados de entrada já conhecidos. A rede Neural foi treinada para separar os dados em dois grupos queda e não queda, conforme o exemplo na figura 7 o sistema utilizado pode ser separável linearmente, com a rede treinada foi obtido os pesos ideais que separa os grupos, assim foi implementado a função de ativação no dispositivo embarcado equipado com um microcontrolador *ATmega328p* para classificar novos dados nas classes citadas acima em um laço de repetição infinito (PALMIERE, 2016).

Figura 7 – Sistema Linearmente Separável



Fonte: (PALMIERE, 2016)

4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

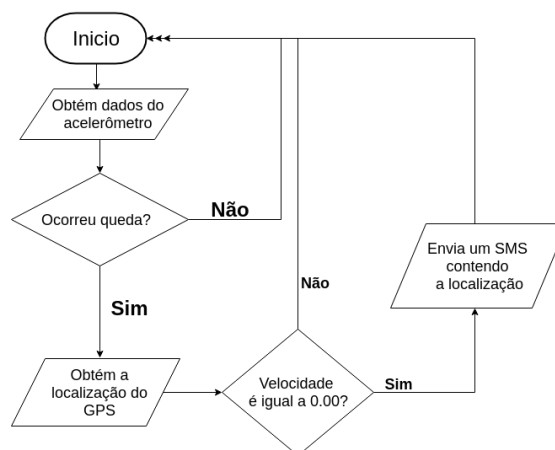
Existe no mercado soluções de rastreamento para veículos, sem mensalidades apenas usando um chip da operadora de sua preferencia, nesse capítulo tem como objetivo apresentar um protótipo capaz de fazer a mesma função que esse dispositivo existente, mais com uma função a mais especifica, a detecção de queda da motocicleta ou de um possível acidente, o dispositivo é capaz de mandar a localização obtida do modulo GPS e enviando através de um SMS para os números cadastrados através do modulo GSM.

4.1 Rotinas do dispositivo

O funcionamento do protótipo desenvolvido tem o mesmo princípio de um localizador sem mensalidades, mas com o intuito de detectar possíveis acidentes avisando familiares cadastrados, para obter a posição da moto foi utilizado um modulo GY80 que obtêm dados do acelerômetro que por sua vez é processado por um microcontrolador *ATmega328p*.

Com um algoritmo resultante de uma rede neural é utilizado para prever se os dados recebido é de uma queda ou não, se os dados recebido não caracterizar uma queda o dispositivo não faz nada, porém se o dado recebido caracterizar uma queda o microcontrolador entra em outra rotina, obtendo os dados do modulo GPS neo 6m, verifica se a velocidade é igual a 0 e monta uma mensagem curta de texto contendo um link do *Google Maps* com a latitude e longitude, assim é possível acessar em qualquer dispositivo com internet e obter a localização do possível acidente.

Figura 8 – Rotina executada pelo microcontrolador



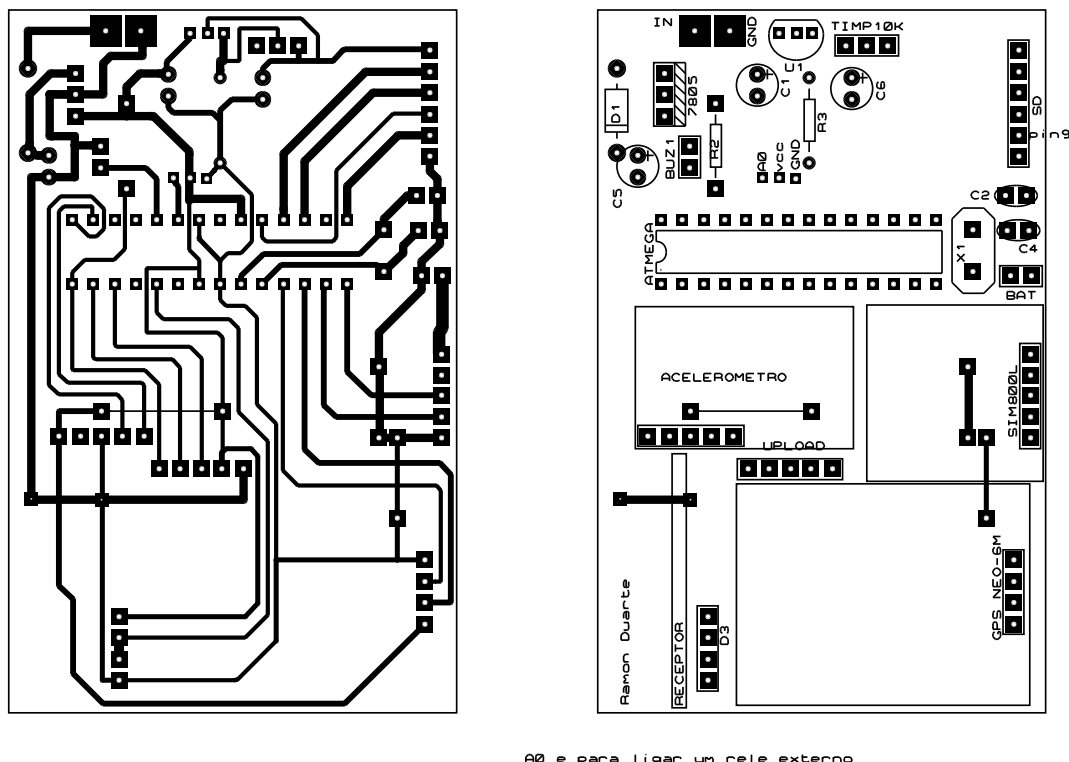
Fonte: Do autor

4.2 Construção do protótipo

O protótipo foi fabricado de forma caseira para obter melhores resultados na coleta de dados e nos testes, ou seja, a aparência não foi um item relevante em sua fabricação, com um objetivo apenas de organizar os módulos e componentes que foram necessários para sua construção e comprovar o seu funcionamento na aplicação proposta.

O método utilizado para fazer a placa de circuito impresso- PCI foi o método de transferência térmica que resume-se em transferir o layout do circuito que foi previamente impresso em uma folha de papel fotográfico ou papel revista em uma placa de fenolite cobreada, por meio de uma fonte de calor, como ferro de passar roupa ou laminadora, depois desse processo é feito a corrosão da placa com um produto químico (percloroeto de ferro) misturado com água forma uma solução capaz de corroer apenas o cobre, que por sua vez corroer toda a parte de cobre da placa restando apenas onde o toner da transferência ficou que não é afetado, assim é criado as trilhas e ilhas da PCI. O layout foi criado em um software de computador chamado *proteus* com dimensões de 8.3cm x 5.4cm para obter melhor aproveitamento do espaço para disposição dos componentes.

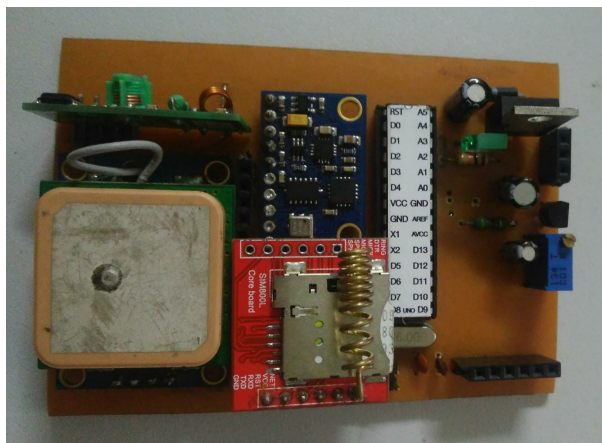
Figura 9 – Trilhas e máscara de componentes do protótipo



Fonte: Do autor

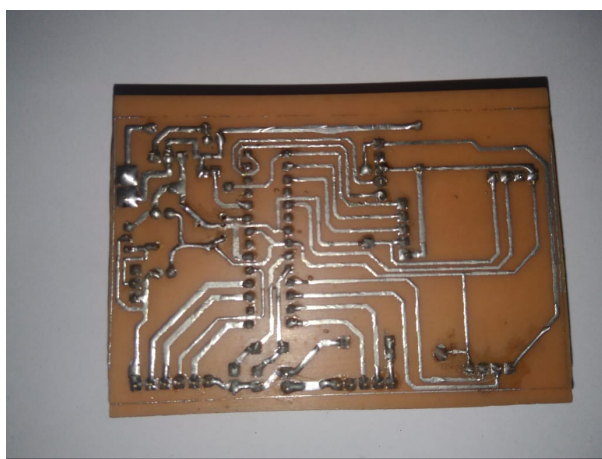
O resultado final do protótipo, após a transferência do layout para a placa pelo processo térmico, processo de corrosão e montagem e soldagem dos componentes, teve uma fundamental colaboração para a coleta de dados do acelerômetro por ter um tamanho reduzido e ter maior facilidade na instalação do dispositivo na motocicleta.

Figura 10 – Parte superior da placa finalizada



Fonte: Do autor

Figura 11 – Parte inferior da placa finalizada



Fonte: Do autor

5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi divididas em duas formas, primeiramente o protótipo foi instalado em uma motocicleta para coletar os dados da motocicleta andando no dia a dia (não queda), posteriormente com a mesma motocicleta foi gravado dados com a moto deitada no chão para ambos os lados (esquerda e direita) assim simulando uma queda (com o veículo parado).

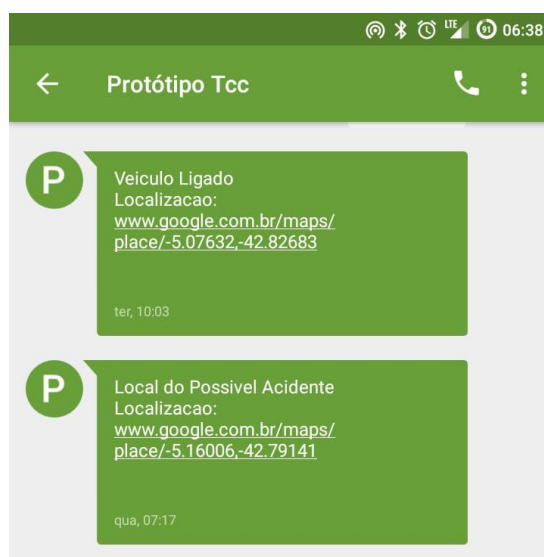
Com esses dados de queda e não queda foi treinado uma rede neural artificial (RNA) para que a predição nos próximos dados (em tempo real) seja classificado como queda e não queda, conforme mostra a tabela 1 os teste passaram a ser feito utilizando uma bicicleta por ter a ciclista bem próxima de uma motocicleta, com o dispositivo instalado na bicicleta foram feitos testes no sentido de saber se não ocorreu algum alarme falso de queda (falso positivo), em um ambiente controlado simulou-se uma queda com a bicicleta (mais próximo de um real acontecimento) e com a análise não ocorreu nenhum falso alarme.

Tabela 1 – Dados do treinamento

	Quantidade	Porcentagem
Número de amostras	10171	100%
Quantidade Treinamento	9192	90,3%
Quantidade para teste	979	9,7%
Épocas	139	-
Acertos	976	99,69%
Erros	3	0,31%

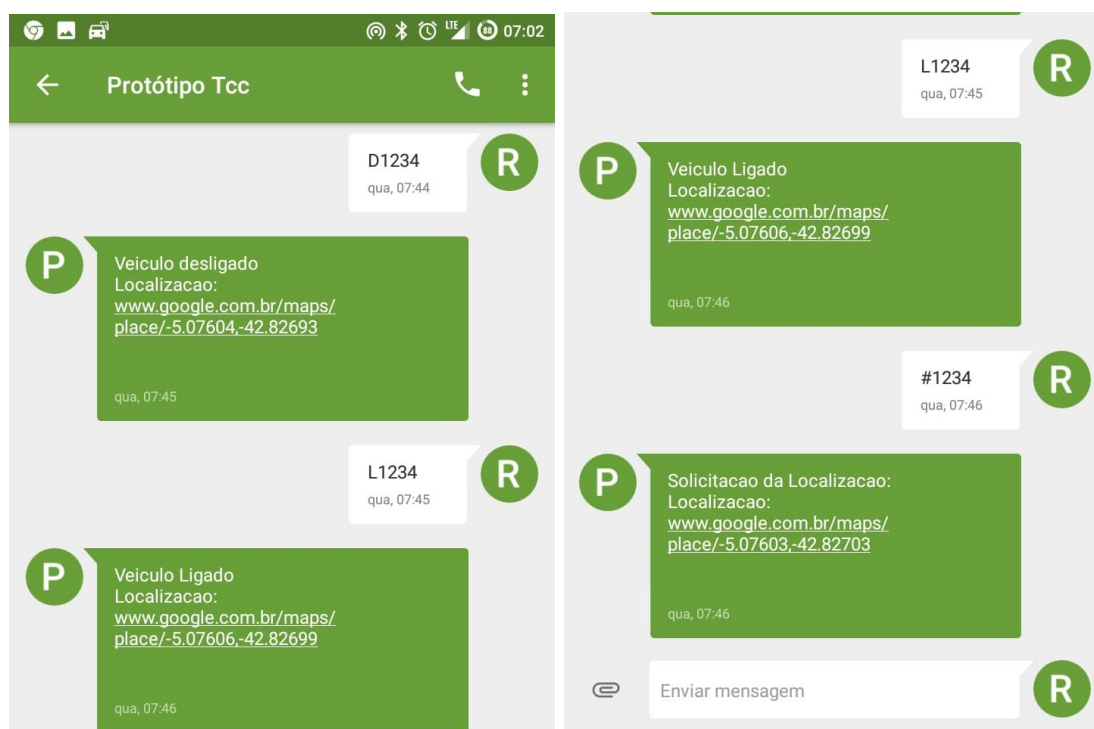
O teste realizado para desligar e ligar o funcionamento da motocicleta por meio de um comando SMS e a solicitação da localização atual, todas as requisições foram atendidas conforme figura 13.

Figura 12 – SMS recebido do dispositivo



Fonte: Do autor

Figura 13 – Retorno do SMS recebido no dispositivo



Fonte: Do autor

6 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do dispositivo desenvolvido foi detectar possíveis acidentes de motocicleta, com isso foi feito um estudo dos dados obtidos do acelerômetro conforme apresentado na Tabela 1 os dados obtidos por meio de um algoritmo de IA.

O desenvolvimento do estudo possibilitou uma análise de dados de um modulo acelerômetro, podendo ser utilizado para detectar se uma motocicleta sofreu uma queda ou provável acidente. Com isso, foi possível criar um dispositivo utilizando um MCU para processar dados em tempo real e detectar um possível acidente, avisando para números de celulares de familiares cadastrado como um meio de pedir ajuda conforme ilustrado pela Figura 12.

Os dados obtidos a partir modulo acelerômetro foram estudados e submetido a uma RNA perceptron para separar os dados em dois grupos distintos, queda e não queda, após a rede está treinada foram submetidos novos dados e obtidos uma taxa de acerto de 99,69%, com isso podemos confiar o dispositivo criado para exercer a função desejada.

O teste feito com a motocicleta sendo guiada normalmente, não apresentou nenhum alarme falso, contudo, nos testes com queda foi utilizado uma bicicleta, por ter sua estrutura parecida com uma motocicleta, todas as amostras foram atendidas conforme o esperado. O teste realizado para desligar e ligar o funcionamento da motocicleta por meio de um comando SMS e a solicitação da localização atual, todas as requisições foram atendidas conforme Figura 13.

Apesar dos testes realizados comprovarem a eficácia do dispositivo, diversos testes mais detalhados e aprimoramentos ainda precisam ser feitos, visando a comercialização do mesmo.

Sendo assim, recomenda-se como desenvolvimento futuro deste trabalho:

- Implementação de um regulador de tensão mais eficiente e que gere menos calor ou uso de um dissipador de calor no mesmo.
- Inserção de um relé na própria placa já que nesse modelo o modulo relé está sendo como opcional e pode ser removido ou não instalado.
- Estudar a possibilidade de redução do tamanho da placa utilizando componentes SMD que são mais compactos.

- Estudar a possibilidade de substituir o envio de SMS e usar protocolo MQTT para comunicação, criando algo mais robusto utilizando internet das coisas.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, K. C. d. et al. A patient victim of car traffic violence: an analysis of socioeconomic profile, accident characteristics and social services intervention in the emergency room. *Acta Ortopédica Brasileira*, SciELO Brasil, v. 15, n. 5, p. 262–266, 2007. Citado na página 13.
- CORREIA, L.; POULIS, F. O sistema de posicionamento global (gps) como aplicação prática da teoria da relatividade geral. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, v. 4, n. 6, 2017. Citado na página 17.
- DIAS, K. L.; SADOK, D. F. H. Internet móvel: tecnologias, aplicações e qos. *XIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- FORESTI, H. B. *Microcontrolador*. 2013. Disponível em: <<http://www.roboliv.re/conteudo/microcontroladores>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.
- GANNE, N. Estudo sobre acidentes de trânsito envolvendo motocicletas na cidade de corumbá e região, estado do mato grosso do sul, brasil, no ano de 2007. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, Instituto Evandro Chagas/Secretaria de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde, v. 1, n. 3, p. 19–24, 2010. Citado na página 11.
- MÉLO, F. et al. Do scratch ao arduino: Uma proposta para o ensino introdutório de programação para cursos superiores de tecnologia. In: SN. *Congresso Brasileiro de Informática na Educação, Santa Catarina*. [S.l.], 2011. Citado na página 21.
- OLIVEIRA, M. V. C. d.; LIMA, L. H. Sistema de comunicação de dados utilizando arduino e módulo rf 433 mhz. 2018. Citado na página 19.
- PALMIERE, S. E. *Rede Perceptron de uma única camada*. 2016. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/rede-perceptron-de-uma-unica-camada/>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- RAPPAPORT, T. S. et al. *Wireless communications: principles and practice*. [S.l.]: prentice hall PTR New Jersey, 1996. v. 2. Citado na página 20.
- ROCHA, F. S. D.; MARRANGHELLO, G. F. Propriedades de um acelerômetro eletrônico e possibilidades de uso no ensino de mecânica. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 7, n. 1, 2013. Citado na página 16.
- SANTOS, A. M. R. d. et al. Perfil das vítimas de trauma por acidente de moto atendidas em um serviço público de emergência. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 24, p. 1927–1938, 2008. Citado na página 13.
- SILVA, M. B. d.; OLIVEIRA, M. B. d.; FONTANA, R. T. Activity of motorcycle taxi driver: risks and weaknesses self referred. *Revista brasileira de enfermagem*, SciELO Brasil, v. 64, n. 6, p. 1048–1055, 2011. Citado na página 13.

SILVA, M. Brum da; OLIVEIRA, M. Braga de; FONTANA, R. T. Atividade do mototaxista: riscos e fragilidades autorreferidos. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Associação Brasileira de Enfermagem, v. 64, n. 6, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 12.

SILVA, R. B. d. Popularização do transporte individual: ilusões perdidas com os automóveis e motocicletas em são paulo. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, Théry, Hervé, n. 33, 2017. Citado na página 11.

VELLASCO, M. Redes neurais artificiais. *Laboratório de inteligência computacional aplicada (ICA)*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Disponível em: <<http://www2.ica.ele.puc-rio.br/Downloads/33/ICA-introdu%C3%A7%C3%A3o%20RNs.pdf>>. Acesso em, v. 22, 2007. Citado na página 21.

VIDAL, V. *GPS Neo-6M com Arduino - Aprenda a usar*. 2018. Disponível em: <<http://blog.eletrogate.com/gps-neo-6m-com-arduino-aprenda-usar/>>. Citado na página 18.

WATTHANAWISUTH, N.; LOMAS, T.; TUANTRANONT, A. Wireless black box using mems accelerometer and gps tracking for accidental monitoring of vehicles. In: IEEE. *Biomedical and Health Informatics (BHI), 2012 IEEE-EMBS International Conference On*. [S.l.], 2012. p. 847–850. Citado na página 11.