



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

THALYS MENEZES CUNHA GADELHA

**SISTEMA PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA EM
RECIPIENTES DE ANIMAIS DOMÉSTICOS**

CAMPINA GRANDE - PB

2020

THALYS MENEZES CUNHA GADELHA

**SISTEMA PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA EM
RECIPIENTES DE ANIMAIS DOMÉSTICOS**

**Trabalho de Conclusão Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Ciência da Computação do Centro de
Engenharia Elétrica e Informática da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação.**

Orientadora: Professora Dra. Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo.

CAMPINA GRANDE - PB

2020



G124s Gadelha, Thalys Menezes Cunha.

Sistema para monitoramento do nível de água em recipientes de animais domésticos. / Thalys Menezes Cunha Gadelha. - 2020.

10 f.

Orientador: Prof. Dr. Joseana Macêdo Fechine Régis de Araújo.

Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo (Curso de Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

1. Sistema de monitoramento remoto. 2. Recipientes de animais domésticos. 3. Sensor de nível de água. 4. Internet das coisas. 5. Nível de água - monitoramento. 6. Microcontrolador ESP Wroom 32 I. Araújo, Joseana Macêdo Fechine Régis de. II. Título.

CDU:004(045)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

THALYS MENEZES CUNHA GADELHA

**SISTEMA PARA MONITORAMENTO DO NÍVEL DE ÁGUA EM
RECIPIENTES DE ANIMAIS DOMÉSTICOS**

**Trabalho de Conclusão Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Ciência da Computação do Centro de
Engenharia Elétrica e Informática da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciência
da Computação.**

BANCA EXAMINADORA:

**Professora Dra. Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo
Orientadora – UASC/CEEI/UFCG**

**Professor Dr. Elmar Uwe Kurt Melcher
Examinador – UASC/CEEI/UFCG**

**Professor Dr. Tiago Lima Massoni
Professor da Disciplina TCC – UASC/CEEI/UFCG**

Trabalho aprovado em: 2020.

CAMPINA GRANDE - PB

Sistema para Monitoramento do Nível de Água em Recipientes de Animais Domésticos

Trabalho de Conclusão de Curso

Thalys Menezes Cunha Gadelha
Universidade Federal de Campina Grande
Campina Grande, Paraíba, Brasil
thalys.gadelha@ccc.ufcg.edu.br

Orientadora: Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo

1. Resumo

Atualmente, é muito comum que donos de animais domésticos (pets) por vezes esqueçam de repor a água dos recipientes dos seus animais logo que esta acaba. Com isto, é comum que seus pets fiquem muito tempo sem beber água, correndo o risco de até mesmo sofrer desidratação. Assim, o trabalho ora descrito consiste no desenvolvimento de um sistema para monitoramento remoto do nível de água em recipientes de animais domésticos.

O sistema pode ser utilizado para animais de pequeno porte (cães pequenos e gatos), até animais maiores e, de outros contextos, como por exemplo, cavalos e bois.

Para tanto, foi desenvolvida uma solução hardware e software, com sensor de nível de água e dispositivo da família *ESP32*, a partir da qual, no momento em que o nível da água atinge certo ponto, uma notificação é enviada para dispositivos móveis, como *smartphones*.

Espera-se, que este sistema auxilie os donos de pets a manter o recipiente de água de seus animais sempre abastecido, evitando assim que seus pets fiquem sem água por tempo prolongado.

2. Introdução

O propósito da água é carregar e mover os nutrientes importantes para dentro e fora das células do corpo. A água auxilia na digestão de alimentos e ajuda o corpo a absorver os nutrientes. A água também serve para esfriar o corpo e manter a temperatura num nível normal [1].

Animais domésticos, assim como seres humanos, têm uma boa parte do seu corpo constituída por água. Desta forma, é vital que eles bebam determinada quantidade de água, dependendo de alguns aspectos: peso, condição física e de saúde, nível de atividade que faz diariamente, local em que vive, etc [2]. Um cachorro, por exemplo, necessita, em média, de 50 ml de água por quilograma, diariamente, para não correr risco de desidratação [3].

Neste contexto, é muito comum que, na correria das atividades diárias, os donos esqueçam de repor a água de seus pets, o que pode ser extremamente prejudicial para a saúde dos bichinhos de estimação.

Dada essa contextualização do problema, tem-se a tecnologia como um grande aliado nas tarefas diárias, mais especificamente a Internet das Coisas (IoT), que cresce a cada dia de modo exponencial, ao ponto de ser praticamente impossível prever o que está para surgir. A Internet das coisas surgiu em meados da década de 90 e seu conceito é, basicamente, de tudo e todos conectados à rede, desde *smartphones* até geladeiras, carros, câmeras, utensílios domésticos e, os mais variados objetos do nosso cotidiano, nos quais se inserem também utensílios para os animais domésticos [4][5][6].

3. Descrição da Solução

Nesta seção, serão descritos os elementos que compõem a solução desenvolvida para construção do sistema.

3.1 Visão Geral

O sistema para o monitoramento do nível de água de recipientes de animais domésticos é um sistema que representa uma aplicação *IoT* (Figura 1).

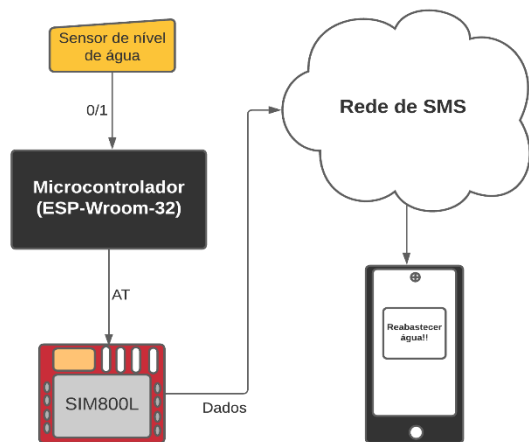


Figura 1 – Visão geral do sistema de monitoramento do nível de água em recipientes de animais domésticos.

No sistema, uma boia monitora o nível de água do recipiente e, quando o nível de água atinge certo limite, um sinal (bit) é enviado. Este sinal irá acionar uma buzina, que ficará ligada por 10 (dez) minutos, para que, caso haja alguém próximo ao local, esse possa reabastecer o recipiente. Se após os 10 (dez) minutos o recipiente não for reabastecido, o módulo que envia o SMS (*Short Message Service*) é acionado, enviando uma mensagem para o número de celular previamente configurado no sistema. A mensagem é enviada a cada 1 (uma) hora, até que o recipiente seja reabastecido. Desta forma, os donos de animais têm um recurso eficiente para notificá-los a respeito da necessidade de abastecer o recipiente de água de seus animais.

A seguir, serão descritos os componentes do sistema desenvolvido.

3.1.1 Sensor de Nível de Água

Para monitoramento do nível da água, foi utilizado um sensor em boia (Figura 2), que funciona semelhante à uma chave, com os níveis aberto e fechado, possibilitando assim identificar quando o nível da água está baixo. Para utilizar o sensor corretamente, é necessário fazer um furo na lateral do recipiente (o mais próximo possível do fundo do recipiente) para inseri-lo. Um fio é conectado em um pino de entrada (para receber o sinal do sensor) e o outro no **GND** (terra).



Figura 2 - Sensor de Nível de Água Lateral em Boia.

3.1.2 Microcontrolador

Para o desenvolvimento do sistema de aquisição de dados, bem como da lógica do envio da mensagem SMS, foi utilizado como hardware o módulo ESP Wroom 32 (Figura 3). Este dispositivo contém um microcontrolador responsável pelo tratamento de diferentes tipos de dados enviados por sensores e outros módulos capazes de se comunicar via bluetooth, Wi-Fi, etc.

O Módulo ESP32 WiFi / Bluetooth ESP-WROOM-32 é um poderoso módulo baseado no ESP32 (Chip ESP32-D0WDQ6, evolução do ESP8266), feito pela empresa Espressif Systems, que incorpora a utilização de WiFi + Bluetooth BLE + Microprocessador, visando atender uma grande variedade de projetos, desde os mais simples, como uma rede de sensores de baixa potência, até os mais complexos, como codificação de voz e transmissão de músicas.

A seguir, as principais características do módulo.

- Processador: Xtensa 32-Bit LX6 Dual Core.
- Clock: 80 a 240 MHz (Ajustável).
- Memória ROM: 448 KB.
- Memória SRAM: 520 Kb.
- Memória Flash Externa: 4 Mb.
- Tensão de Alimentação: 2,7 a 3,6 VDC.
- Tensão de nível lógico: 3,3 VDC.
- Corrente de consumo: 80 mA (típica).
- Corrente de consumo: 500 mA (máxima).
- Interfaces: Cartão SD, UART(3 canais), SPI (3 canais), SDIO, I2C (2 canais), I2S (2 canais), IR, PWM LED (2 canais) e PWM motor (3 canais);
- Tipos GPIO: Digital IO (36), ADC 12-Bits (16 canais), DAC 8-Bits (2 canais), Sensor Capacitivo (10 canais); LNA pré-amplificador.
- WiFi 802.11 b/g/n: 2,4 a 2,5 GHz.
- Segurança WiFi: WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS.
- Criptografia WiFi: AES / RSA / ECC / SHA.
- Bluetooth 4,2 BR / EDR e BLE (Bluetooth Low Energy).
- RTC Integrado de 8 Kb (Slow / Fast).
- Sensor integrado: Temperatura e Hall.
- Temperatura de trabalho: -40° a +85° C.
- Compatível com a IDE do Arduino.
- Dimensões: 25,5 x 18,0 x 3,1 mm.
- Datasheet [ESP-WROOM-32](#).
- Datasheet do chip: [ESP32-D0WDQ6](#).



Figura 3 - ESP32 WiFi / Bluetooth ESP-WROOM-32.

3.1.3 Módulo GSM SIM800L

Para o envio do SMS, foi utilizado um módulo da família GSM que possui uma entrada para um microchip em conjunto com uma antena (Figura 4).

A seguir, as especificações técnicas do GSM SIM800L [7].

- Quad-band 850/900/1800 /1900 MHz.
- Capacidade de se conectar em qualquer rede GSM global com qualquer SIM 2G.
- Realizar e receber chamadas de voz usando um fone de ouvido ou um alto-falante externo 8 Ω e microfone eletreto.
- Enviar e receber mensagens SMS.
- Enviar e receber dados GPRS (TCP / IP, http, etc.).
- Digitalizar e receber transmissões de rádio FM.
- Atende rede 2G.
- Interface de comando AT com a detecção de "auto de transmissão".
- Tomada a bordo IPEX que pode ser conectada a uma antena externa.
- Tensão de Operação: 3,7 a 4,2 V.
- Corrente elétrica: igual ou superior a 2 A.
- Para alimentação do módulo GSM SIM800L, foi utilizada uma bateria recarregável, de 4,2 V e capacidade de 16800 mAh ou 16,8 Ah (Figura 5).



Figura 4 - Módulo Gprs GSM SIM800L com antena.



Figura 5 - Bateria recarregável (4,2 V).

3.1.4 Buzina

A buzina utilizada no sistema foi um buzzer modelo simples, amplamente utilizada em pequenas aplicações IoT, por sua facilidade e praticidade de uso (Figura 6).



Figura 6 - Buzzer passivo.

3.2 Ambiente de Desenvolvimento

A plataforma utilizada foi o ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) Arduino 1.8.12 (64 bits), na versão de instalação para sistema operacional Windows (Figura 7). A partir desse ambiente e dos demais componentes já mencionados, foi desenvolvida a solução.

Com programação em C e C++, o Arduino disponibiliza duas funções principais *setup* e *loop*. A primeira função implementa toda a configuração dos dispositivos, das portas seriais e as definições dos pinos de entrada e saída. A segunda função, executa em *loop*, ou seja, de modo ininterrupto. Nesta, está implementada a checagem do sinal enviado pelo sensor, para poder realizar, quando o sinal for positivo, o disparo do SMS.

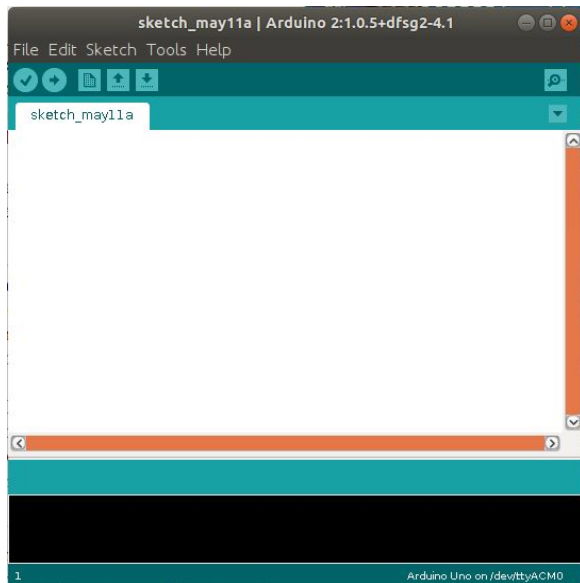


Figura 7 - Ambiente de Desenvolvimento.

Para comunicação do módulo GSM SIM 800L com o ESP 32 foi utilizada a biblioteca *HardwareSerial*, que permite usar os pinos do ESP 32 em modo serial, para poder enviar os comandos AT para configuração e disparo da mensagem SMS.

4. Resultados

A seguir, será descrito o resultado final do trabalho, que consiste na apresentação dos resultados relacionados aos componentes de hardware e software desenvolvidos.

4.1 Processo de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do sistema foram analisados, inicialmente, os dispositivos e tecnologias necessários.

As escolhas foram baseadas nas poucas possibilidades de módulos e dispositivos existentes que permitem a conexão com redes de telefones móveis, bem como de microcontroladores que permitem programação em Arduino.

Após a aquisição dos dispositivos e materiais, foi feita a conexão dos componentes de hardware em uma protoboard. O módulo ESP Wroom 32 foi conectado ao computador por cabo USB 3.0 e conectado ao GSM SIM800L via conexão serial.

4.2 Codificação da Solução

O código, implementado no ambiente integrado de desenvolvimento integrado do arduino, está apresentado na Figura 8.

```
#include <HardwareSerial.h>
#define TINY_GSM_MODEM_SIM800

HardwareSerial SerialGSM(1);

TaskHandle_t dobitsbyte;

String carrier = "Sem Rede";

const int RX_PIN_GSM = 4, TX_PIN_GSM = 2;
const int BAUD_RATE = 9600;
const int sensor = 12;
bool enviouSMS = false;
bool buzinaAtiva = false;

//configuracao da buzina
int buzina = 12;
int canal = 0;
int frequencia = 2000;
int resolucao = 18;

void setup() {
  pinMode(sensor, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  setupGSM();

  ledcSetup(canal, frequencia, resolucao);
  ledcAttachPin(buzina, canal);
  //timer = millis();
  //xTaskCreatePinnedToCore(sirene, "sirene", 10000, NULL, 1, &dobitsbyte, 0);
}

void loop() {

  int estado = digitalRead(sensor);
  Serial.print("Estado sensor : ");
  Serial.println(estado);
  switch(estado)
  {
  case 0:
    Serial.println("cheio");
    buzinaAtiva = true;
    if (buzinaAtiva) {
      sendSMS();
      xTaskCreatePinnedToCore(sirene, "sirene", 10000, NULL, 1, &dobitsbyte, 0);
    }
    delay(600000);
    buzinaAtiva = false;
    break;
  case 1:

    Serial.println("vazio");
    break;
  }
  delay(100);

  //delay(3000000); "em produção o envio seria feito a cada 1 hr"
  //delay(100000);
  enviouSMS = false;
}

void setupGSM(){
  SerialGSM.begin(BAUD_RATE, SERIAL_8N1, RX_PIN_GSM, TX_PIN_GSM, false);
  delay(1000);

  SerialGSM.println("AT+CMGF=1");
  delay(1000);

  SerialGSM.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
  delay(1000);
}

void sendSMS() {
  Serial.println("Enviando SMS...");
  SerialGSM.println("AT+CMGF=1"); //coloca o módulo para o modo SMS
  delay(100);
  SerialGSM.println("AT+CMGS=\"+5583987523433#\r\n");
  delay(500);
  SerialGSM.print("SINABUL funcionando");
  SerialGSM.write(26);
  Serial.println("SMS enviado");
  delay(500);
}

void sirene(void *pvParameters){
  float sinal;
  int toneval;
  for (byte t = 0; t < 10; t++){
    for (byte x = 0; x < 100; x++){
      //converte graus em radianos
      sinal = (sin(x*(3.1412/100)));
      //agora gera uma frequencia
      toneval = 2000+(int(sinal*100));
    }
  }
}
```


Figura 8 - Código implementado.

4.3 Monitoramento do Nível de Água

O sensor, inserido no recipiente cheio de água, permanece com valor lógico 0, indicando que está cheio (Figura 9).

Ao ser removido do recipiente, o sensor tem o nível lógico alterado para 1 (Figura 10). Num sistema final, ou produto, o sensor fica estático, e a boia muda de posição quando a água atinge certo limite.



Figura 9 - Sensor de nível de água dentro do recipiente com água.



Figura 10 - Sensor de nível de água fora do recipiente com água.

4.4 Processamento da Informação

O ESP32, ao perceber a alteração no sinal enviado pelo sensor, por meio do fio, ativa buzina e envia os comandos AT para o GSM (Figura 11).

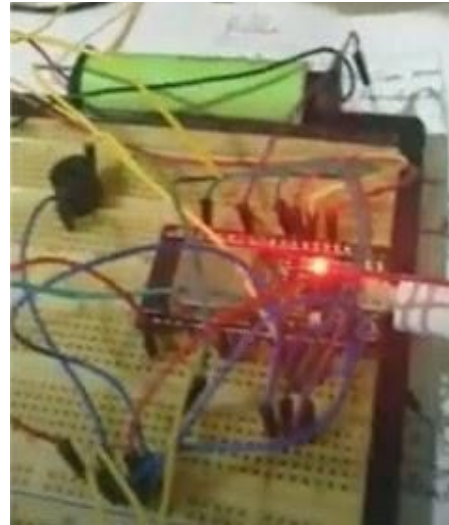


Figura 11 - ESP32 ativando a buzina e enviando os comandos AT.

4.5 Transmissão da Informação

Ao receber os comandos AT, o módulo os processa e efetua o disparo da mensagem de SMS (Figura 12).

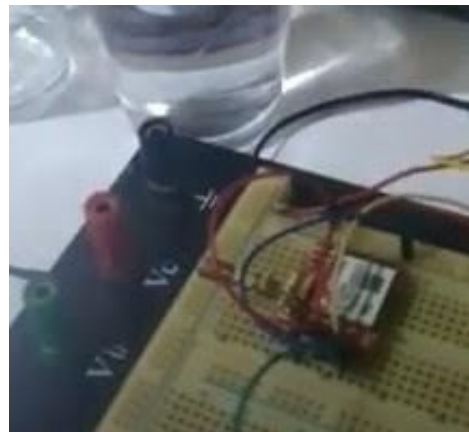


Figura 12 – Módulo GSM SIM800L disparando SMS.

4.6 Exibição da Informação

Após o disparo do SMS, o *smartphone*, que contém o chip com o número configurado no sistema, recebe o SMS (Figuras 13 e 14).

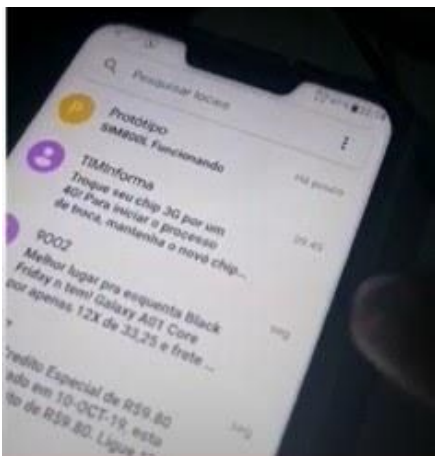


Figura 13 - SMS recebido no *smartphone*.

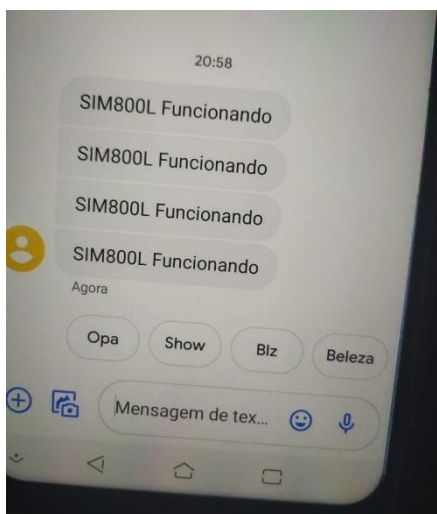


Figura 14 – Mensagem exibida no *smartphone*.

5. Avaliação

Devido a todo o tempo necessário para fazer funcionar corretamente o módulo SIM800L e realizar o disparo da mensagem, não foi possível testar o sensor num recipiente mais adequado.

No entanto, o sistema foi testado repetidas vezes, obtendo um bom resultado, com todos os componentes funcionando como o esperado.

Um problema identificado nos testes, foi que, em alguns momentos, o sinal do sensor mudava sem que a boia do sensor mudasse de posição, o que pode ter sido causado por algum ruído pequeno ou mal contato no fio do sensor, mas devido ao fato de ocorrer pouquíssimas vezes, não comprometeu a usabilidade do sistema.

Para demonstração do funcionamento do sistema, foi elaborado um vídeo curto [8]. Na descrição do vídeo (e em [9]) é possível encontrar o link para o repositório contendo o código do sistema.

6. Desafios

O desenvolvimento de todo o sistema foi desafiador principalmente, em relação ao desenvolvimento do hardware, a destacar: dispor de fonte de alimentação adequada para o módulo SIM800L e garantir a esse módulo um IMEI válido - devido ao fato de que a Anatel tem bloqueado dispositivos “piratas” (sem certificação), o que tem feito com que muitos desses módulos tenham ficado inutilizáveis. Foram adquiridos 2 módulos GSM SIM800L, pois com o primeiro não foi possível autenticar a comunicação com a operadora, devido a algum dano no dispositivo ou por este ter o IMEI bloqueado.

Não obstante, após conseguir um segundo módulo capaz de se comunicar com a operadora, a primeira placa utilizada, um Arduino Uno, não estava conseguindo fazer a comunicação serial com o módulo corretamente, não sendo possível enviar para esse módulo os comandos e/ou receber as respostas do módulo. Para solucionar esse problema, fez-se necessário a utilização de outro microcontrolador.

Para tentar reduzir o número de componentes, foi adquirido um módulo ESP8266, que possui um SIM800L embutido, não sendo necessário se preocupar com a alimentação do GSM (Figura 14). Porém, tal dispositivo não funcionou de forma adequada, o que será investigado, de forma mais aprofundada, posteriormente.



Figura 14 - ESP8266 com SIM800L embutido.

7. Sugestões para Trabalhos Futuros

Existe um universo de possibilidades para estender essa aplicação, deixando-a mais robusta e com mais funcionalidades, agregando ainda mais valor ao produto e atendendo mais necessidades dos donos de animais, conforme descrição a seguir.

- Utilização do dispositivo para conexão Wi-Fi (rede fixa doméstica ou móvel, do próprio chip) para se comunicar com algum app mobile/web ao invés de apenas por SMS.
- Desenvolvimento de um app mobile, que poderá conter as notificações, além de várias informações, como por exemplo, a quantidade de água que o animal consome por dia.

- Acoplamento de um sensor de proximidade, com o intuito de enviar notificações (e acionar a buzina) quando o animal se dirigir a locais indesejados.
- Criar uma interface web (e no app mobile) que permita uma rápida e fácil adição/alteração de números de celular que receberiam as mensagens.

8. Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que por meio de seu Filho, Cristo Jesus, me salvou, perdoou e me reconciliou consigo. Agradeço também aos meus pais, que me deram a vida e investiram em mim ao longo de toda minha jornada, dando todo suporte, apoio, educação e instruções que formaram a pessoa que hoje eu sou. À professora Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo, que foi quem inicialmente me deu a ideia deste projeto e que me orientou ao longo de toda a execução, acreditando no sucesso do trabalho mesmo quando eu não acreditava mais. À Dayara, minha fiel companheira em todos os momentos, bons e ruins, e que tanto me encoraja, me corrige, me ensina e acredita em meu potencial independente de qualquer coisa e que me encoraja a ser um homem melhor. A todos os meus amigos que caminharam e caminham ao meu lado, e que tornam a caminhada mais alegre e suave. A Israel Nunes Oriente, um colega querido que, estando em Portugal, se dispôs a me ajudar voluntariamente e dedicou tempo comigo. Em especial, a um colega que foi de extrema importância, que voluntariamente se dispôs a me ajudar, a me assistir para solucionar os problemas e me instruir em como realizar a montagem do dispositivo, mesmo estando em Alagoas, sem o qual eu não teria conseguido finalizar o trabalho, Ariel Roque Inacio Luz. A todos vocês, devo minha gratidão eterna. Muito obrigado.

9. Referências

1. The Importance of Water for Dog Nutrition. Disponível em:

<https://www.petmd.com/dog/nutrition/evr_dg_the_importance_of_water#>. Acesso em: 09/11/2019.

2. How Often Should You Change Your Dog's Water? Disponível em:

<<https://wagwatchers.com/blog/tips-tricks/how-often-should-you-change-your-dogs-water>>. Acesso em: 09/11/2019.

3. Quantidade de água que um cachorro deve beber por dia | Tudo Sobre Cachorros. Disponível em:

<<https://tudosobrecachorros.com.br/quantidade-de-agua-que-um-cachorro-deve-beber-por-dia/>>. Acesso em: 09/11/2019.

4. 'Internet das Coisas': entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. Disponível em:

<<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.htm>> Acesso em: 11/05/2020.

5. O que é internet das coisas? Disponível em:

<<https://tecnoblog.net/263907/o-que-e-internet-das-coisas/>> Acesso em: 11/05/2020.

6. Internet das Coisas. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet_das_coisas> Acesso em: 11/05/2020.

7. Manual de comandos AT SIM800. Disponível em:

<https://www.elecrow.com/wiki/images/2/20/SIM800_Series_AT_Command_Manual_V1.09.pdf> Acesso em: 16/11/2020.

8. Vídeo com o funcionamento do sistema. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=giaZl2xKwiw>> Acesso em: 18/11/2020.

9. Link para o repositório contendo o código do sistema. Disponível em:

<https://github.com/thalysmg/monitoramento_nivel_agua> Acesso em: 18/11/2020.