



**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](mailto: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.

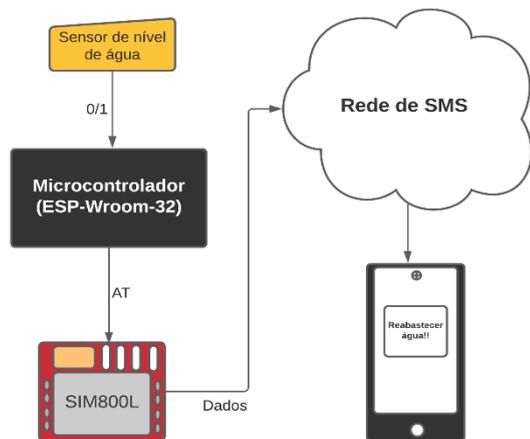
Dada essa contextualização do problema, tem-se a tecnologia como um grande aliado nas tarefas diárias, mais especificamente a Internet das Coisas (IoT), que cresce a cada dia de modo exponencial, ao ponto de ser praticamente impossível prever o que está para surgir. A Internet das coisas surgiu em meados 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).



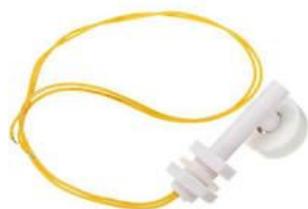
**Figura 1** – Visão geral do sistema de monitoramento do nível de água em recipientes de animais domésticos.

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  $\Omega$  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 dobitsobyte;

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, &dobitsobyte, 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, &dobitsobyte, 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=\"+65839875234331\"");
  delay(500);
  SerialGSM.print("SINHABEL 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.



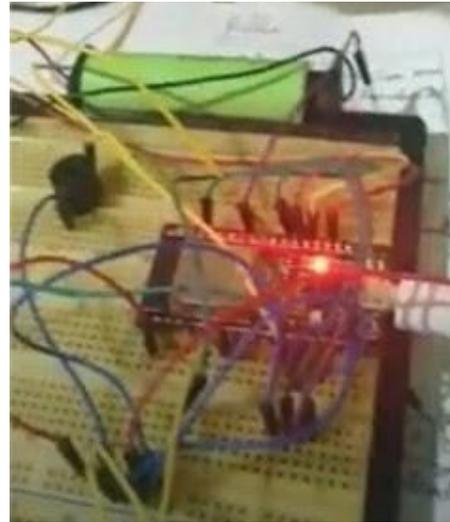
**Figura 9** - Sensor de nível de água dentro do recipiente com água.



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

#### 4.4 Processamento da Informação

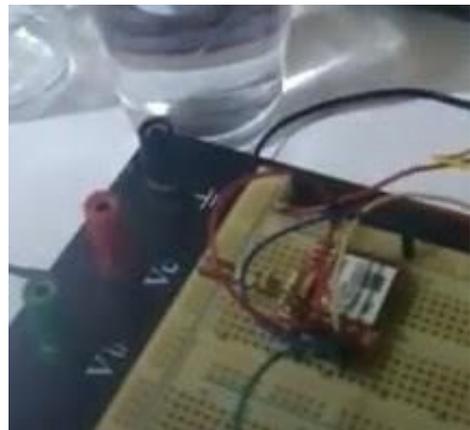
O ESP32, ao perceber a alteração no sinal enviado pelo sensor, por meio do fio, ativa buzina e envia os comandos AT para o GSM (Figura 11).



**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*.

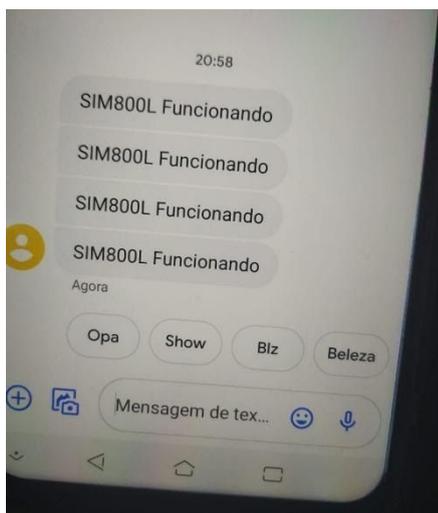


Figura 14 – Mensagem exibida no *smartphone*.

## 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#](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](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](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](https://github.com/thalysmg/monitoramento_nivel_agua)> Acesso em: 18/11/2020.