

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARLA BERARDI	1803559
DÉCIO ARAÚJO SOARES	1818200
DENIS GOMES SILVA	1805801
MARCELO CIRILO DE SOUZA	1809806

DISPOSITIVO PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA RESIDENCIAL

Vídeo do Projeto Integrador

<<https://youtu.be/w-00zAiMke8>>

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

**DISPOSITIVO PARA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO DE ÁGUA
RESIDENCIAL**

Relatório Técnico Final - Científico apresentado na disciplina de Projeto Integrador para o curso de (Engenharia da Computação) da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Carapicuíba - SP
2021

BERARDI, Carla; SOARES, Décio A; SILVA, Denis G; SOUZA, Marcelo C; **Dispositivo para redução de desperdício de água. 27f.** Relatório Técnico-Científico. Engenharia da Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Eduardo Palhares Júnior. Polo Carapicuíba, 2021.

RESUMO

A preocupação com a crise nos recursos hídricos que pode assolar ainda mais a crise energética, demanda a adoção de diversas medidas de controle e contenção. A solução pensada para auxiliar no controle e identificar prematuramente possíveis desperdícios foi a utilização de tecnologia IoT, uma vez que esta envolve medição de objetos e através da conexão com a internet fazer a transmissão de dados em tempo real, dessa forma permitindo o acompanhamento e controle do consumo de água residencial. Tal solução faz uso de um sensor de nível na instalado na caixa d'água, que é conectado ao microcontrolador ESP8266 e que através da conexão com a internet disponibiliza os dados obtidos em nuvem para facilitar o acesso à informação e controle.

PALAVRAS-CHAVE: IOT; ESP8266; CONTROLE DE NÍVEL; ARDUINO.

BERARDI, Carla; SOARES, Décio A; SILVA, Denis G; SOUZA, Marcelo C; **Dispositivo para redução de desperdício de água. 27f.** Relatório Técnico-Científico. Engenharia da Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Eduardo Palhares Júnior. Polo Carapicuíba, 2021.

ABSTRACT

The concern with the crisis in water resources, which could further affect the energy crisis, demands the adoption of several control and containment measures. The solution designed to help control and prematurely identify possible waste was the use of IoT technology, as this involves measuring objects and transmitting data in real time through the internet connection, thus allowing monitoring and control of residential water consumption. This solution makes use of a level sensor installed in the water tank, which is connected to the ESP8266 microcontroller and which, through the internet connection, makes the data obtained in the cloud available to facilitate access to information and control.

KEYWORDS: IOT; ESP8266; WATER LEVER CONTROL; ARDUINO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação entre tecnologias de comunicação de Este (2019).....	9
Figura 2 - Arquitetura para segurança e privacidade comparação Pacheco (2018)	11
Figura 3 – Proposta de uma nova arquitetura denominada de PROTeCt Pacheco (2018)	11
Figura 4 – Módulo Components101 (2020)	13
Figura 5 – ESP8266 x ESP32 (cnx-software, 2016)	14
Figura 6 - Sensor Ultrassônico HC-SR04 (BATISTA, 2017)	14
Figura 7 - Conexão sensor HC-SR04 com o microcontrolador (JABBAAR, 2019).....	15
Figura 8 – Arquitetura de Sistemas (Autoria própria).....	19
Figura 9 – Conexões com ESP8266, senso, Uno e fonte de alimentação externa.....	20
Figura 10 – Conexões	20
Figura 11 – Códigos com ESP8266.....	21
Figura 12 – Captação dos dados em tempo real	21
Figura 13 – Criação do banco de dados.....	22
Figura 14 – Curva do consumo.....	22
Figura 15 – Set do aviso SMS	23
Figura 16 – SMS.....	23

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
1 INTRODUÇÃO	6
2 DESENVOLVIMENTO	7
2.1 Objetivos	7
2.2 Justificativa e delimitação do problema	7
2.3 Fundamentação teórica.....	7
2.4 Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador	16
2.5 Metodologia	16
3 Resultados	18
3.1 Solução Inicial.....	18
3.2 Solução Final.....	19
4 Resultados	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros problemas enfrentados por causa das mudanças climáticas no Brasil, certamente a estiagem é o efeito mais sentido no ano de 2021, pois já afeta plantações e a falta de água já é sentida nas residências dos grandes centros.

O Brasil está enfrentando no ano de 2021 a pior seca desde que este fenômeno é registrado (NEVES, SAMPAIO e FERRAZ, 2021). Com isso, 2.445 municípios já enfrentam problemas com a falta d'água, ou seja, 44% dos municípios brasileiros estão combatendo um problema extremo que não estava previsto, sendo que somado este problema da estiagem há ainda o combate a COVID-19, que ainda demanda muitos esforços e orçamento público.

Uma das medidas adotadas pelo Estado de São Paulo, estado mais populoso do país, foi diminuir a pressão da vazão distribuída pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Segundo a companhia, esse tipo de medida visa diminuir a perdas de água por eventuais vazamentos na rede de distribuição (REDAÇÃO, 2014). Contudo, a diminuição da pressão, segundo especialistas, significa racionamento, pois em locais altos, que necessitam de pressão maior na tubulação, sofrem com a falta de água.

Outra medida recomendada pela companhia paulista é o uso consciente do recurso hídrico e, também, economia de água (PRUDENTE, 2021). Essa recomendação deve perdurar até a recuperação dos sistemas de abastecimento no estado.

No intuito de aumentar a economia residencial, a chamada IoT (Internet das Coisas) pode auxiliar no controle de uso de água, pois a IoT pode utilizar tecnologia que envolve medição de objetos e ainda estando conectado a rede de computadores permite a transmissão remota de dados das medições, viabilizando assim o acesso aos dados em tempo real e permitindo o tratamento dos dados.

Internet das Coisas é capaz de conectar objetos do dia-a-dia e fazer com que os dados de uma conexão sejam controlados a distância, isso pode auxiliar no controle de desperdício, já que é possível verificar quando os dados controlados de determinado objeto fogem do range de operação considerado aceitável e dá ferramentas para que seja possível voltar ao range de controle.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivos

Desenvolver o controle de nível de água de uma caixa de água residencial através da tecnologia IoT, conectando o controlador de nível a rede de internet e passando os dados em tempo real para um controlador online, para que seja possível o controle do nível e possível tratamento dos dados.

2.2 Justificativa e delimitação do problema

O aumento da estiagem e o aumento de tempo da redução da pressão da distribuição de água exigem uma solução para a economia de água. Com a solução IoT é possível fazer redução do uso de água e ainda observar possíveis vazamentos na tubulação através da vazão da caixa de água.

2.3 Fundamentação teórica

Inicialmente cumpre esclarecer o significado de Internet das Coisas (IoT). Conforme Magrani (2018), não existe um conceito unificado, mas todos dizem respeito a integração de computadores, sensores e objetos e o processamento de dados num ambiente de hiperconectividade. Ainda conforme Magrani (2018), "pode ser entendido como um ambiente de objetos físicos interconectados com a internet por meio de sensores pequenos e embutidos, criando um ecossistema de computação onipresente (ubíqua), voltado para a facilitação do cotidiano das pessoas, introduzindo soluções funcionais nos processos do dia a dia."

Para Gruber et al (2016), trata-se de um novo padrão, que atribui aos objetos meios de disponibilizar informações referentes ao seu funcionamento e ao ambiente que pertencem, que possuem como características a grande abrangência e diversidade em que podem ser aplicados e utilizados.

Para Arruda (2019) no paradigma da Internet das Coisas (IoT), "objetos do mundo real equipados com recursos de identificação, detecção, rede e processamento comunicam-se e consomem serviços pela Internet para executar alguma tarefa em nome dos usuários."

IoT foi criado pelo britânico Kevin Ashton pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), em 1999, que utilizou a identificação por radiofrequência (RFID) para conectar objetos e equipamentos físicos ao mundo digital. Dessa forma, alguns elementos básicos fazem parte desse paradigma, são eles:

A rede que é o meio de comunicação entre os equipamentos, pode ser radiofrequência, ethernet bluetooth, WI-FI, internet.

Os dispositivos como sensores, medidores, objetos ou wearables (usáveis) que possuem chips e que podem receber informação, gerar, armazenar, fazer uma ação, enviar informação.

Protocolo de comunicação de acordo com Alphacom (2021) são os modos de comunicação entre os dispositivos conectados. Podem ser através de uma rede IP ou não IP, e tem impacto em relação ao uso de memória, potência e alcance. As comunicações que utilizam rede IP consomem mais memória e energia por serem uma comunicação mais complexa, mas possuem longo alcance. Já os dispositivos em uma rede não IP (bluetooth) exigem menos memória e energia, mas possuem alcance limitado.

Os protocolos são uma linguagem comum que todos os dispositivos entendem. Os protocolos de rede mais comuns são: HTTP, LoRaWan, bluetooth, zigbee. Já os protocolos de dados são aqueles utilizados para conexão de dispositivos de baixa potência mesmo sem nenhuma conexão com a internet, são capazes de fornecer comunicação ponta a ponta com o hardware, mesmo que a conectividade seja através de uma rede sem fio ou celular, os mais populares são MQTT, CoAP, AMQP e XMPP.

Em razão do consumo de recursos, a escolha do protocolo é de suma importância. De acordo com Este (2019) o HTTP não é um bom protocolo de comunicação para IoT, isso porque não consideram limitações de processamento e bateria do hardware ou a transmissão de rede. O que demandou a criação de novos protocolos.

...Os mais recentes protocolos focam no uso de um conjunto reduzido de mensagens de menor tamanho, de modo que a sobrecarga de dados seja pequena e o poder computacional reduzido dos dispositivos inteligentes não seja um impeditivo para a execução dos protocolos.

Protocolos para soluções IoT diferem em respeito ao propósito de uso e o escopo de operação. Quanto ao propósito de uso, pode-se observar que alguns são indicados para aplicações com foco na coleta de dados, enquanto outros têm maior uso em cenários onde há a necessidade do controle de dispositivos. Quanto ao escopo de operação, temos protocolos que são mais indicados para comunicação direta entre dispositivos M2M como o CoAP; outros, para comunicação entre os dispositivos e a cloud (Device-to-Server) como o MQTT. (Este, 2019)

Ainda Este (2019) a respeito do MQTT:

Em soluções de IoT, precisamos de um protocolo de aplicação orientado para eventos, a fim de emitir informações de um para muitos, ouvir eventos sempre que acontecem e distribuir pacotes mínimos de dados em enormes volumes, além de enviar informações sobre redes não confiáveis. O protocolo MQTT foi projetado para enfrentar esses desafios.

O MQTT.org define o protocolo da seguinte maneira: o MQTT é um protocolo de conectividade M2M e tem o perfil exigido para comunicação em soluções de IoT.

O MQTT foi concebido como um transporte de mensagens extremamente leve. É útil para conexões com locais remotos, em que uma pequena quantidade de código é necessária. Por exemplo, utilizar sensores que se comunicam via satélite ou em conexões dial-up ocasionais em vários sistemas de automação ou pequenos dispositivos. Também é ideal para aplicações móveis devido ao seu menor tamanho, baixo consumo de energia e menor troca de pacotes. (LOCKE, 2013)

O padrão de troca de mensagens no MQTT é publish/subscriber. Nesse padrão, quando um elemento da rede deseja receber uma determinada informação, ele a subscreve, fazendo uma requisição para um outro elemento da rede capaz de gerir as publicações e subscrições. Na rede MQTT esse elemento é conhecido como broker, o intermediário no processo de comunicação. Elementos que desejam publicar informações o fazem também via broker, enviando-lhe as informações que possuem. (COHN, 2014) (Este,2019)

Tabela de comparação entre tecnologias de comunicação de Este (2019).

Tecnologia	Frequência	Alcance	Velocidade de transmissão	Consumo de energia
LoRa	868 MHz e 915 MHz	15Km	50 kbps	Baixo
SigFox	915 até 928 MHz	20Km +	100 bps	Baixo
ZigBee	868 MHz, 915 MHz e 2.4 GHz	>1Km	250 kbps	Baixo
Wi-Fi	2.4 GHz e 5 GHz	100m	54 Mbps	Alto
Bluetooth	2.4 GHz	50m	2 mbps	Médio
2G, 3G e 4G-LTE	865 MHz e 2.4 GHz	Área de cobertura celular	0.1 - 1 Gbps	Médio

Figura 1 - Comparação entre tecnologias de comunicação de Este (2019)

Com relação a análise de dados Este (2019) traz que:

As análises de informações das soluções de IoT podem variar de acordo com os requisitos do negócio e de intenção de uso. Dias (2016) elencou quatro tipos de análise que são atualmente empregadas:

Análise em tempo real: analisa os dados e disponibiliza o resultado em tempo real. Esse tipo de análise pode ser bastante procurado em soluções de IoT, tendo como necessidade de operação a boa qualidade de infraestrutura, poder de processamento dos servidores e softwares capazes de processar todo o volume de dados gerado. Para

esse tipo de análise, o armazenamento posterior pode ou não ser realizado. (DIAS, 2016).

Análise histórica: visa depurar um conjunto de dados já obtidos e disponíveis; só é possível realizar essa análise por meio do armazenamento prévio de dados. Um dos componentes-chave para os resultados é a estatística de recursos de armazenamento. (DIAS, 2016)

Análise preditiva: utiliza os dados obtidos e armazenados para avaliar padrões de comportamento, realizar detecção de anomalias e previsões de resultados futuros por meio da utilização de algoritmos como: árvore de classificação e regressão, árvores aleatórias, análise estatística, entre outras. (DIAS, 2016)

Análise cognitiva: esse tipo de análise pode ser encontrado em soluções de IoT definidas como cognitivas. Seu conceito é criar mecanismos de cognição entre os dispositivos, fazendo com que a rede crie conhecimento próprio e consiga tomar decisões de forma autônoma. Um exemplo de plataforma de análise cognitiva é o IBM Watson. (DIAS, 2016)

Soluções cognitivas visam melhorar a experiência de interação entre homem e máquinas, como, por exemplo, a interação via comandos de voz. Seu objetivo é conseguir interpretar e executar as tarefas solicitadas, além de traçar o perfil dos usuários para melhor atendê-los ao longo do tempo, por meio de análise histórica.

Também é importante considerar o excesso de dados obtidos e o processamento das informações de acordo com Magrani (2018). Desta forma, esse projeto se propõe a trabalhar de forma enxuta e objetiva.

Muitos pontos precisam ser considerados em se tratando de IoT, de acordo com o estudo de Este (2019).

Alguns desafios e preocupações, no entanto, devem ser enfrentados. Quanto a isso, segundo pesquisa realizada pela VANSON BOURNE (2017), cerca de 45% de altos executivos das áreas industrial, comercial e da saúde citam a falta de habilidades como um desafio específico para sua organização na implantação da IoT, enquanto 29% concordam com a afirmação de que as questões de conectividade afetam suas implantações de IoT antes mesmo de começarem.

Em relatório técnico, a HP (2015) registra que 70% dos dispositivos IoT apresentam graves falhas de segurança e estão bastante suscetíveis a ataques. Grande percentagem deve-se ao fato de os dispositivos recolher alguns tipos de informações pessoais, como

nome, moradia, data de nascimento, informação sobre saúde e números de cartão de crédito. O mesmo relatório apresentou dados de análise de dez tipos de dispositivos IoT mais comuns, incluindo televisores, webcams, alarmes residenciais, termostatos domésticos, entre outros, todos ligados a algum tipo de cloud computing, bem como a aplicações mobile, que permitem o controle remoto. Foram encontradas, em média, 25 vulnerabilidades em cada elemento

tecnológico, totalizando, aproximadamente, 250 vulnerabilidades. No conjunto total, encontram-se falhas de falta de criptografia no transporte da informação, interface Web insegura, mecanismos de autorização insuficientes, firmwares inseguros e proteção de software inadequada.

Pacheco (2018), traz o estado da arte em arquitetura para segurança e privacidade.

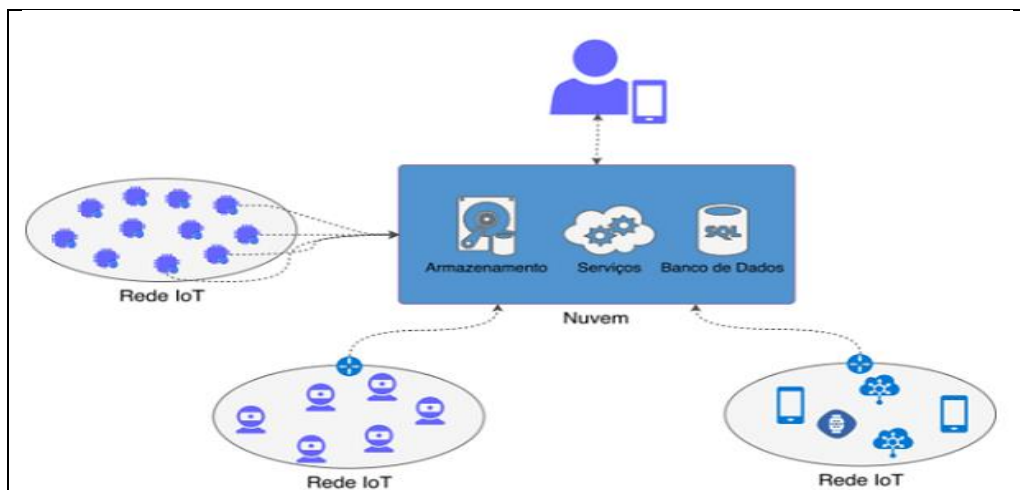


Figura 2 - Arquitetura para segurança e privacidade comparação Pacheco (2018)

Mas Pacheco (2018), também propõe uma nova arquitetura denominada de PROTeCt.

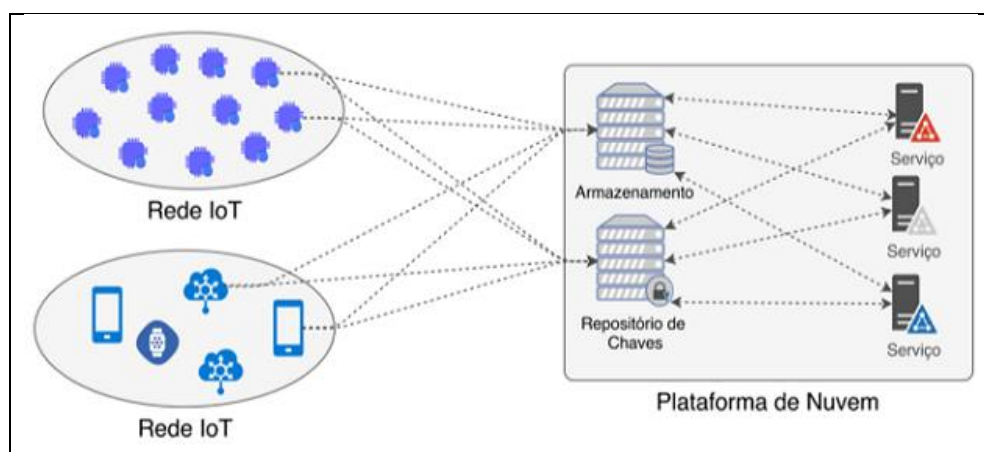


Figura 3 – Proposta de uma nova arquitetura denominada de PROTeCt Pacheco (2018)

Magrani (2018), também salienta a importância em um uso inteligente dos dispositivos, "os custos para conectar um dispositivo são altos e os benefícios talvez sejam baixos demais para compensar o aumento de valor no produto."

Uma das preocupações em relação a IoT é a privacidade de dados dos usuários, conforme Pacheco (2018).

Atualmente propõe-se a integração entre computação em nuvem e a Internet das Coisas, a essa integração chama-se Cloud of Things - CoT. Essa abordagem é especialmente útil para redes domésticas e pessoais, tais como automação residencial e assistência médica, pois facilita o acesso a informação pelos indivíduos. Apesar de trazer benefícios aos usuários, a integração desses dois conceitos tecnológicos introduz muitos desafios na área de segurança, já que a informação sai da esfera de controle do usuário ao ser enviada para a nuvem. Para que haja uma adoção em massa dessa tecnologia é importante que sejam protocolos e mecanismos para preservar a privacidade dos dados dos usuários ao armazenar seus dados na nuvem.

Para resolver essa questão Pacheco (2018) apresenta uma solução propondo uma arquitetura que "provê um controle fino sob os dados, pois os protocolos e controles de privacidade são executados nos dispositivos e não na borda da rede pelo gateway, o qual também pode representar um ponto único de falha ou quebrar a segurança do sistema uma vez comprometido por um ataque bem sucedido."

Este (2019) aponta para seleção e escolha dos dispositivos a serem utilizados, "um dos principais desafios para que soluções de IoT sejam desenvolvidas com sucesso consiste no processo de escolha e integração entre diversas tecnologias que, necessariamente, serão parte de tais soluções."

Diante da dificuldade ocasionada pela pandemia do Covid-19 em adquirir componentes novos, bem como do custo decorrente, e pelas características do projeto optou-se por trabalhar com um componente que já estava disponível, mas era preciso avaliar se atenderia as necessidades. O componente em questão é o ESP8266.

De acordo com Components101 (2020), as especificações são:

- Microcontroller: Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- Operating Voltage: 3.3V
- Input Voltage: 7-12V

- Digital I/O Pins (DIO): 16
- Analog Input Pins (ADC): 1
- UARTs: 1
- SPIs: 1
- I2Cs: 1
- Flash Memory: 4 MB
- SRAM: 64 KB
- Clock Speed: 80 MHz
- USB-TTL based on CP2102 is included onboard, Enabling Plug n Play
- PCB Antenna
- Small Sized module to fit smartly inside your IOT projects

Apresentação do módulo Components101 (2020),

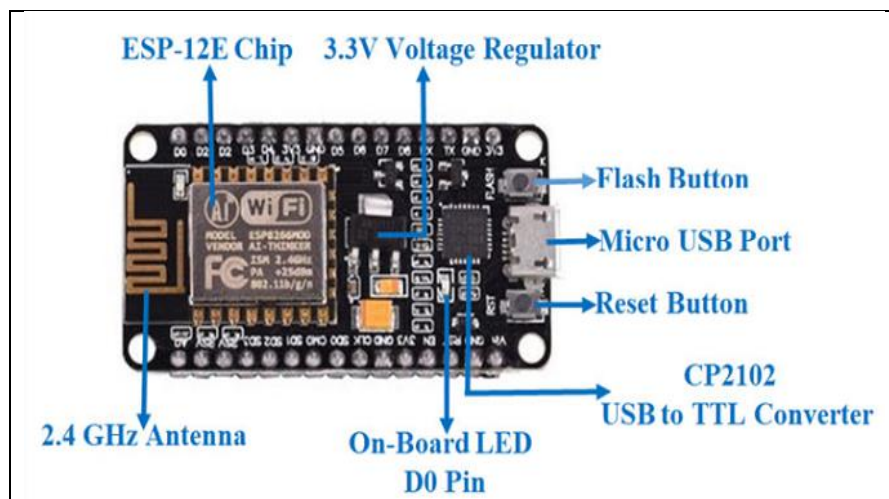


Figura 4 – Módulo Components101 (2020)

A seguir uma tabela comparativa do ESP8266 com o seu predecessor o ESP32.

Tabela comparativa do ESP8266 com ESP32:

Specifications	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa® Single-Core 32-bit L106	Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wi-Fi	Yes, HT20	Yes, HT40
Bluetooth	None	Bluetooth 4.2 and below
Typical Frequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	160 kBytes	512 kBytes
Flash	SPI Flash , up to 16 MBytes	SPI Flash , up to 16 MBytes
GPIO	17	36
Hardware / Software PWM	None / 8 Channels	1 / 16 Channels
SPI / I2C / I2S / UART	2/1/2/2	4/2/2/2
ADC	10-bit	12-bit
CAN	None	1
Ethernet MAC Interface	None	1
Touch Sensor	None	Yes
Temperature Sensor	None	Yes
Working Temperature	- 40°C - 125°C	- 40°C - 125°C

Figura 5 – ESP8266 x ESP32 (cnx-software, 2016)

Conforme Gomes (2018) o sensor ultrassônico funciona com uma onda que é emitida na frequência de 40KHz(40.000 Hz), e que aguarda o retorno da onda na mesma frequência, e baseada na distância do obstáculo e na velocidade de ida e volta do som é realizado o cálculo e medição.

Também conforme Gomes (2018) a pinagem do Sensor Ultrassonico HC-SR04 é:

- VCC (5v): Alimentação positiva do sensor;
- GND(0v): Negativo do sensor;
- Trigger: Gatilho de disparo de pulso de ondas sonoras;
- Echo: Dispara um pulso com duração de tempo para retorno da onda recebida pelo sensor.



Figura 6 - Sensor Ultrassônico HC-SR04 (BATISTA, 2017)

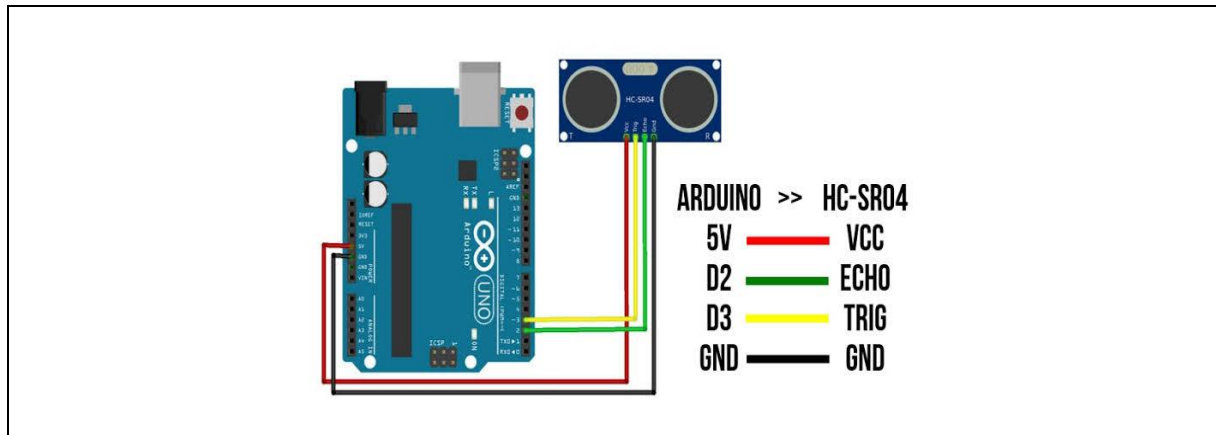


Figura 7 - Conexão sensor HC-SR04 com o microcontrolador (JABBAAR, 2019)

Uma vez esclarecidos os pontos que permeiam este trabalho a respeito da IoT podemos refletir sobre os desafios da sociedade brasileira que podem ser resolvidos utilizando IoT, assim consideramos controle de recursos hídricos, controle no consumo de energia, aumentar a eficiência no agronegócio, controle e eficiência no trânsito e auxiliar na segurança.

No momento atual o Brasil enfrenta uma crise hídrica que por sua vez reflete na crise energética, conforme publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME 2021). Assim, este trabalho versa sobre uma forma simples de auxiliar no controle do desperdício e diminuição do consumo de água tanto em residências quanto em estabelecimentos e indústrias. Onde utilizaremos componentes para identificar o consumo a partir da mudança no nível de água na caixa d'água, calculando o seu consumo e comparando com a meta estabelecida por cada um de forma a gerar insumos para alertas e controles.

No tocante aos custos dependendo da situação específica de cada um, talvez não encontre justificativa financeira para implementação de tal controle versus a economia no pagamento da conta, relação custo x benefício, mas é preciso considerar que tal situação versa sobre recurso fundamental para manutenção da vida que é a água que todos dependemos, além disso, o esgotamento hídrico causa impacto na geração de energia elétrica. Assim, consideramos que o baixo custo da implementação da solução, diante do problema que estamos tratando por si só já justifica sua utilização.

Com todas as questões elencadas aqui optamos por trabalhar numa solução simplificada cujo modelo não ferisse a privacidade do usuário, não gerasse carga excessiva e desnecessária de dados, com componente de custo acessível.

2.4 Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Banco de Dados para a análise dos dados na nuvem.

Para as conexões com o controlador foi utilizado os conhecimentos de todas as disciplinas que envolvem eletrônica.

Além disso, para a programação dos códigos na linguagem C foi utilizado os conhecimentos de programação.

2.5 Metodologia

O trabalho será composto por três partes:

- Modulo de medição de volume com Arduino.
- Banco de dados SQL.
- Plataforma de tratamentos de dados e envio de mensagens.

O módulo de medição de volume será baseado no Arduino com adição de um sensor, módulo wi-fi e programação.

O banco de dados acumulara nome do cliente, endereço, telefone de contato, medições de volume, data e hora das medições.

A plataforma de tratamento irá tratar o que estiver no banco de dados e ao encontrar irregularidade irá enviar mensagem ao cliente imediatamente ou enviar relatório da medição de volume a cada sessenta minutos das últimas 24 horas.

O módulo de medição irá capturar o volume a cada 60 minutos (determinado na programação) e via wi-fi irá enviar para o banco de dados em nuvem.

A plataforma de tratamento transformará os dados em informações e fará comunicação com o cliente.

Passos para o desenvolvimento do dispositivo:

1. Determinação dos dados necessários para a correta identificação dos clientes;
2. Determinação dos dados necessários serem coletados e das informações a serem geradas a partir deles;

3. Desenvolvimento das tabelas, consultas, etc., necessárias no banco de dados para armazenamento dos dados determinados nos itens 1 e 2;
4. Integração dos componentes do módulo de medição de volume e desenvolvimento de seu programa para o correto funcionamento, inclusive entrega dos dados coletados ao Banco de dados;
5. Desenvolvimento da integração do banco de dados com a plataforma de tratamento dos dados e envio de alertas e/ou relatórios aos clientes;
6. Testes entre a equipe;
7. Testes práticos nas residências escolhidas (caso seja possível);
8. Reestruturação para atender as necessidades do cliente na utilização do dispositivo caso detectado necessidade durante os testes práticos.

3 Resultados

3.1 Solução Inicial

Para auxiliar no controle do recurso hídrico, a solução proposta é a instalação na caixa d'água de um sensor de nível ultrassônico, que faz a leitura do nível de água a cada alteração este sensor é conectado ao microcontrolador ESP8266 e que através da conexão com a internet disponibiliza os dados em nuvem para facilitar o acesso à informação e controle, também envia mensagens via SMS.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado componente ESP8266. Tal componente já possui um predecessor o ESP32 mas para o desenvolvimento proposto, após estudo comparativo entre ambos, entendemos que o componente ESP8266 atende de forma bastante satisfatória. Adotada linguagem C, e plataforma Cayenne com banco de dados próprio. O tipo de comunicação é por WIFI, o protocolo de dados é o MQTT .

Após a atividade de identificar as necessidades dos usuários para que se possa fazer o devido controle, foram iniciadas atividades de desenvolvimento de prova de conceito de arquitetura e em relação a integração. No decorrer do projeto nos deparamos com sucessivas preocupações com relação ao prazo. Em razão do contexto do trabalho solicitado pela instituição de ensino, das tecnologias envolvidas solicitadas, e da falta de conhecimento dos integrantes do projeto em tais tecnologias e conseqüentemente da curva de aprendizagem da equipe, somadas ao fato de que o desenvolvimento do projeto não é a atividade principal da equipe, bem como considerando o pouco tempo para o desenvolvimento do trabalho dado pela instituição, foram necessárias adequações no projeto inicial. Inicialmente a solução proposta era a de seguir a arquitetura PROTeCt defendida por Pacheco (2018), mas por todas as razões elencadas acima, e considerando as características do projeto, optou-se por adotar uma arquitetura simplificada, e usual em IoT, qual seja:

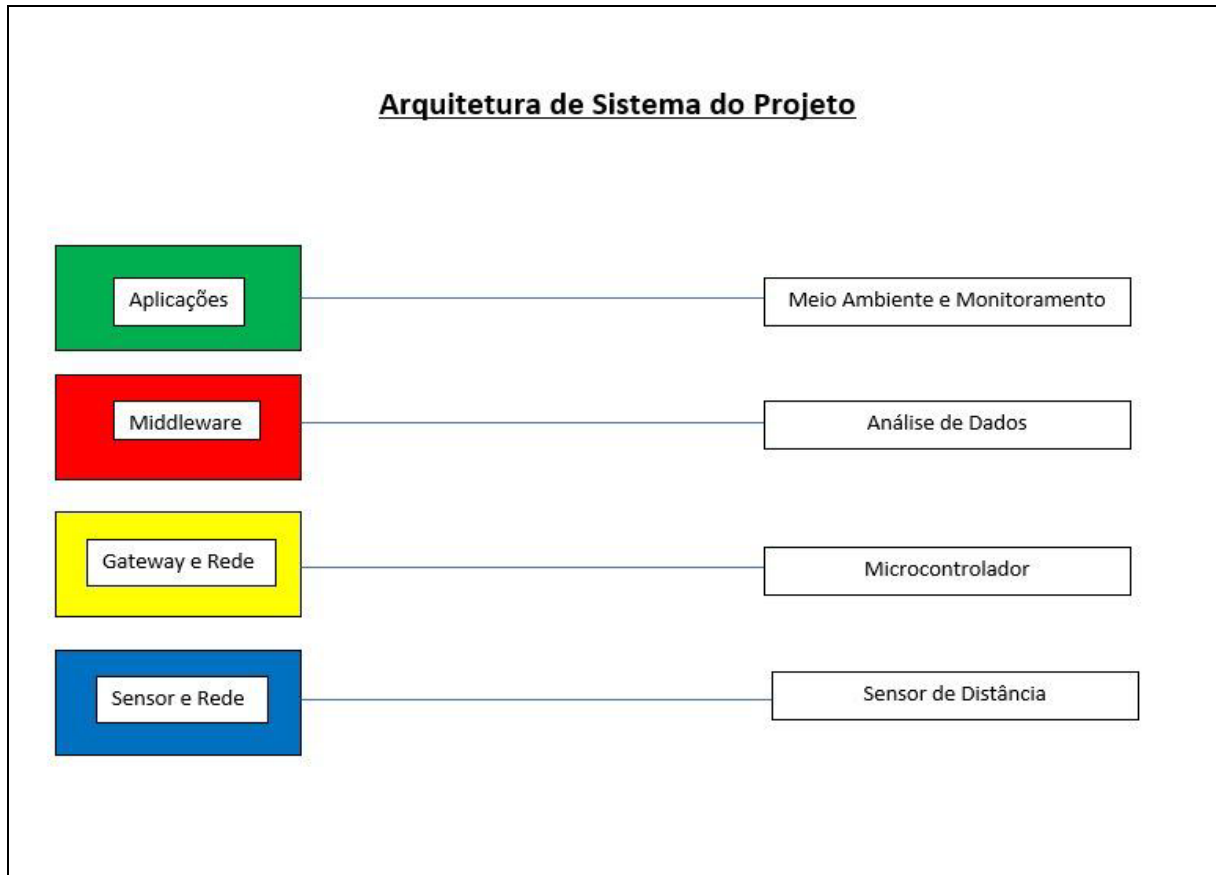


Figura 8 – Arquitetura de Sistemas (Autoria própria)

A seguir a explicação de cada camada:

- A Camada de Aplicação será responsável pelo meio ambiente e monitoramento.
- A Camada de Middleware será responsável pela análise de dados.
- O Gateway faz a conexão com o microcontrolador e a rede
- Sensor faz o emprego de sensor de distância propriamente dito.

3.2 Solução Final

Para a solução final foi realizada as conexões entre o NodeMCU ESP8266 e um sensor de nível, assim, os dados puderam ser enviados através da MQTT API, via Wifi, para a página Cayenne (<https://developers.mydevices.com/cayenne/features/api/>), que é uma página dedicada a receber dados de projetos ligados a IoT.

Para a solução final foi utilizada uma placa de Arduino Uno com o único propósito de garantir a alimentação de 5v para ESP8266.

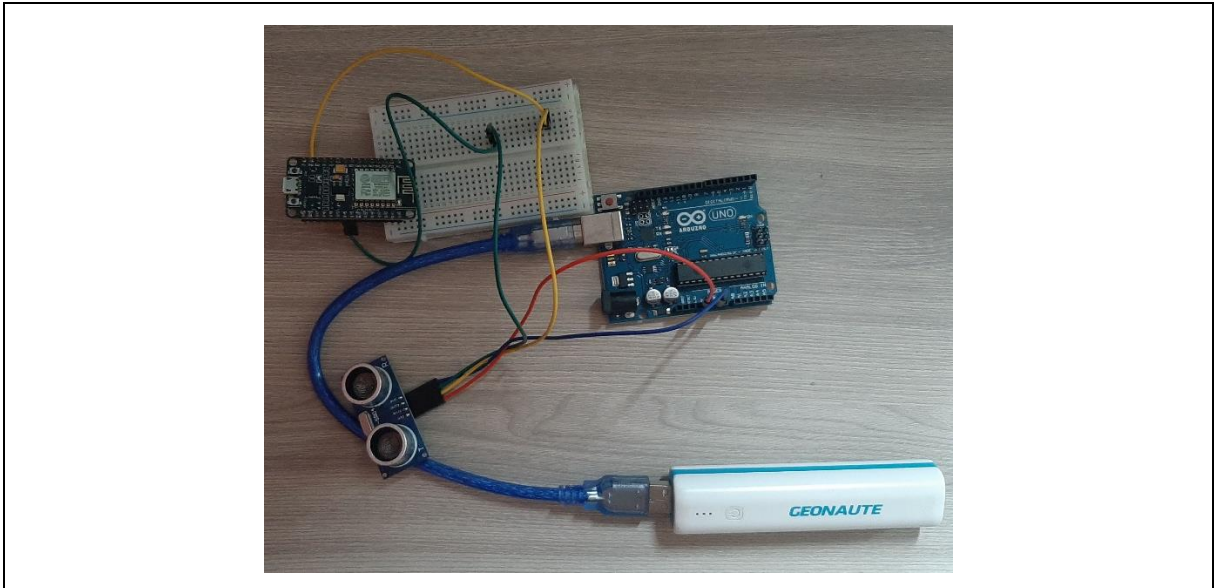


Figura 9 – Conexões com ESP8266, senso, Uno e fonte de alimentação externa



Figura 10 – Conexões

Para a programação do ESP8266 foram feitas algumas modificações no código de Crafts (2020). O código utilizado é apresentado abaixo.



```

1 //Projeto Integrador
2
3 #include <CayenneMQTTESP8266.h>
4 #include "Ultrasonic.h"
5
6
7
8 Ultrasonic ultrasonic(14,12);
9
10 char ssid[] = "Marce";
11 char wifiPassword[] = "xxxxx";
12 char username[] = "837ac5e0-2fcb-11eb-883c-638d8ce4c23d";
13 char Password[] = "5a029d7588486a96ef1e2854a96da4b7aa6dc63d";
14 char clientID[] = "94e3da40-50a1-11ec-8da3-474359af83d7";
15 int GIu_Ultrasonic_Dist_CM=0;
16
17
18
19 void setup(){
20   Serial.begin(9600);
21   Cayenne.begin(username, Password, clientID, ssid, wifiPassword);
22 }
23
24 void loop()
25 {
26   delay(2000);
27   float distancia=ultrasonic.Ranging(CM);
28   float volume = (14-distancia)*(47^2)/(4*3,14);
29   Cayenne.virtualWrite(V7, volume);
30   Serial.print(volume);
31   Serial.println(" mL" );
32   Cayenne.loop();
33 }
34
35

```

Carregado.

Leaving...
Hard resetting via RTS pin...

Figura 11 – Códigos com ESP8266

Após a compilação dos códigos, o website supra começou a fazer os registros dos dados captados pelo sensor de nível na caixa de água em tempo real.

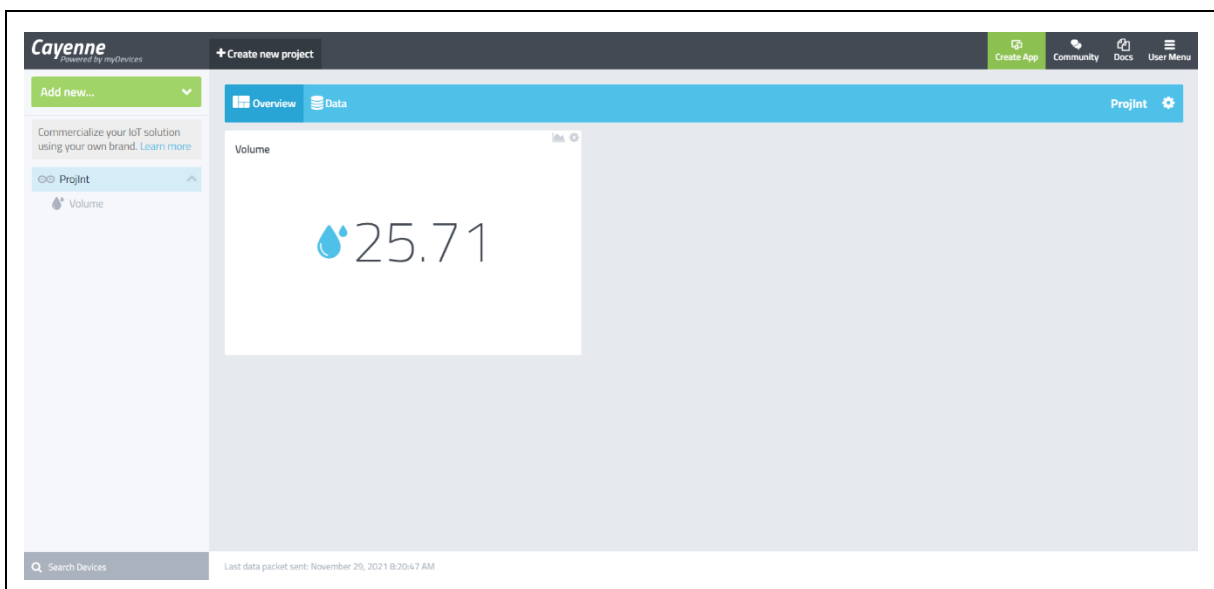


Figura 12 – Captação dos dados em tempo real

Como visto na disciplina de Banco de Dados, seria possível fazer queries dos dados utilizando linguagem SQL caso fosse interessante fazer a integração do banco com outras aplicações.

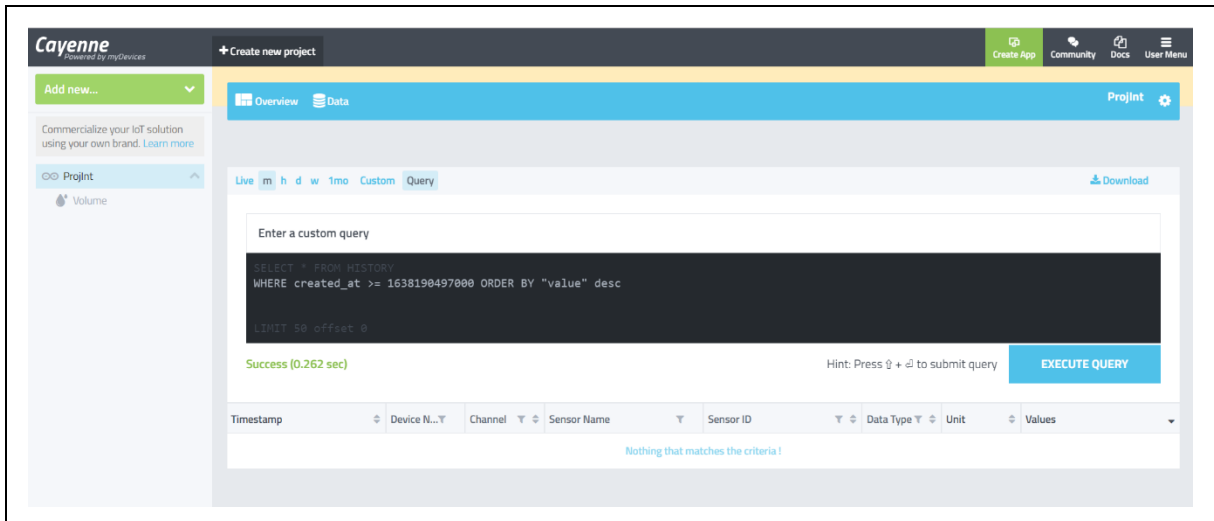


Figura 13 – Criação do banco de dados

Com a captação dos dados e seus registros é possível fazer o tratamento dos mesmo para um controle diário, semanal ou anual. Desta maneira, através da construção de uma curva normal, seria possível visualizar o período de maior consumo de água no tempo.

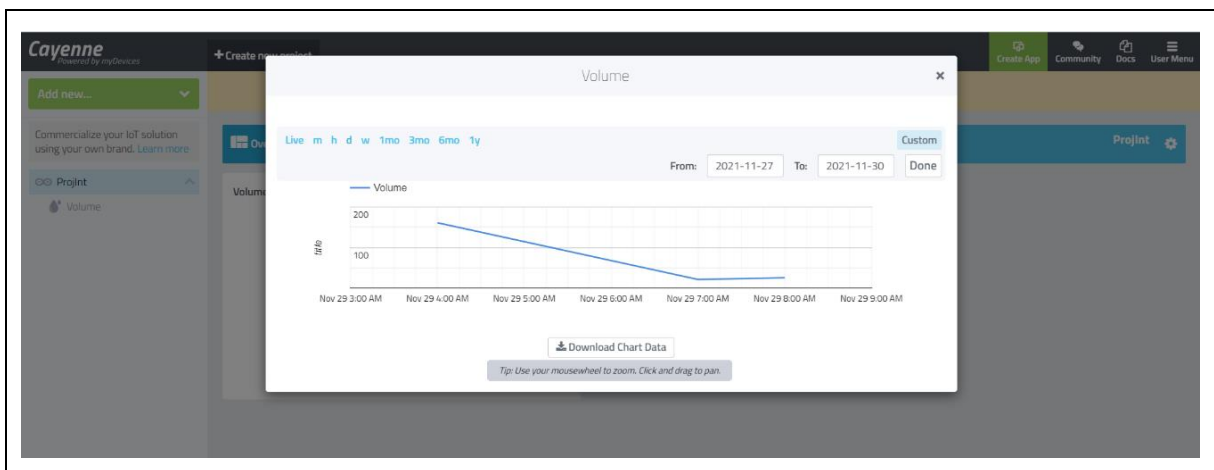


Figura 14 – Curva do consumo

Ainda, com a ajuda do website, foi possível criar um set mínimo de nível e receber, através de SMS, um aviso de nível mínimo da caixa d'água.

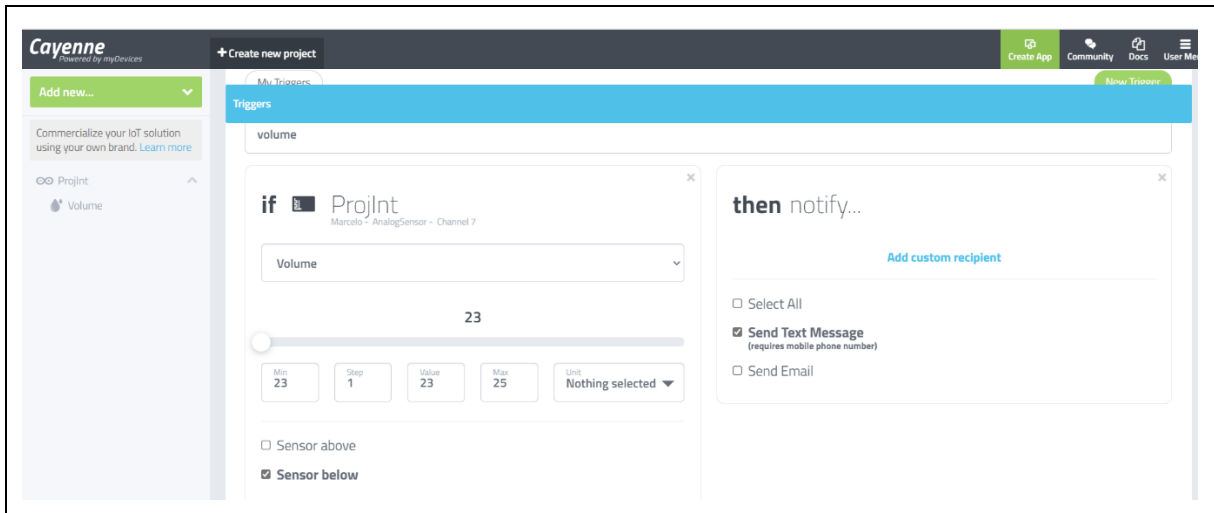


Figura 15 – Set do aviso SMS

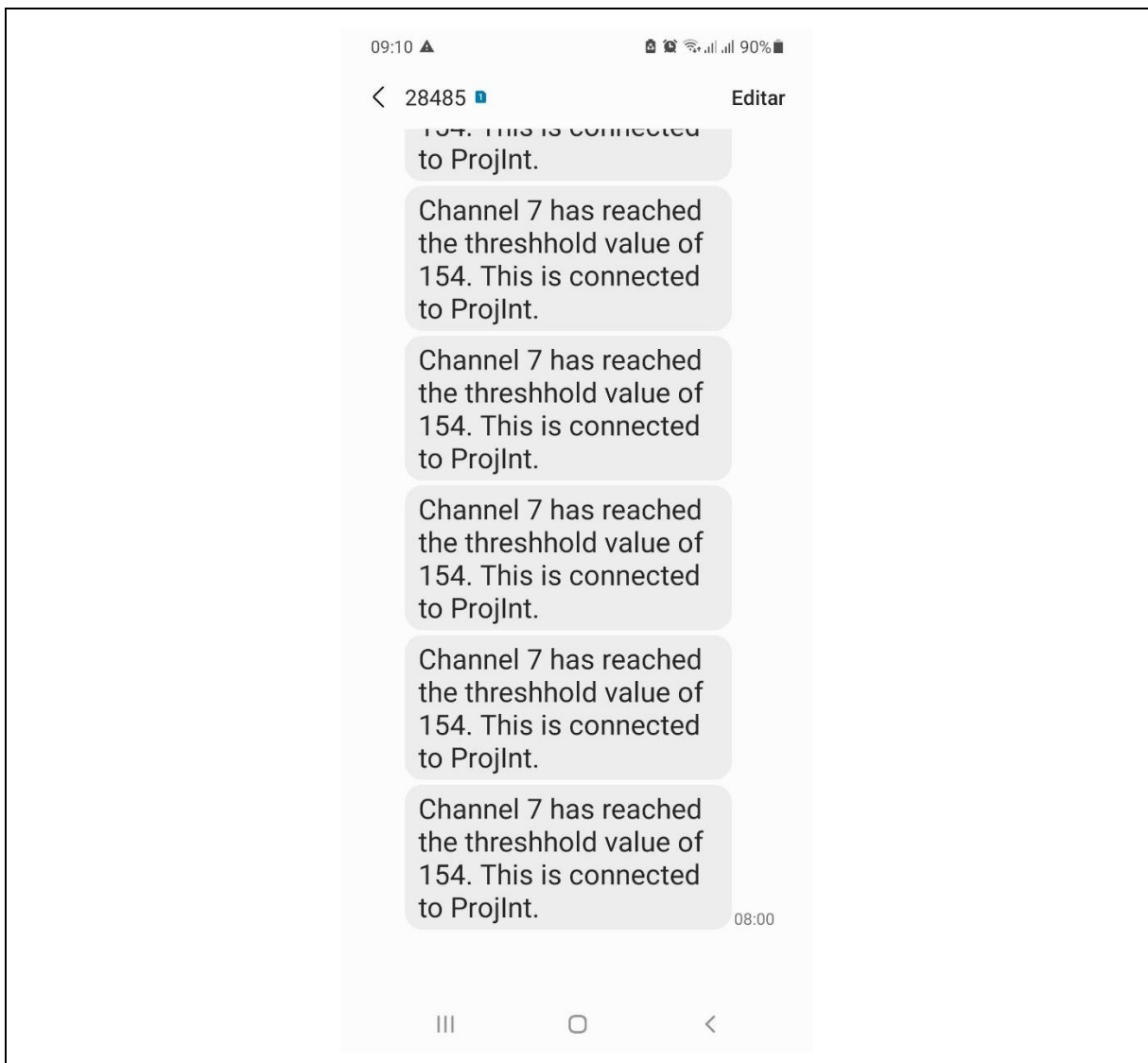


Figura 16 – SMS

4 Resultados

Diante de todo o exposto, e da crescente e preocupante situação do planeta em relação aos recursos hídricos existentes, considera-se que é possível e viável o desenvolvimento da solução proposta a um baixo custo, e apesar de não seguir a arquitetura PROTeCt proposta por Pacheco (2018) por todas as razões já elencadas, foi possível desenvolver o projeto e que dada as características do mesmo puderam seguir uma arquitetura de forma simplificada.

Também consideramos que com mais tempo disponível é interessante adotar a arquitetura PROTeCt proposta por Pacheco (2018).

REFERÊNCIAS

ALFACOMP. **alfacomp**, 2020. Disponível em: <https://alfacomp.net/portfolio-item/iot-internet-of-things/?gclid=Cj0KCQjwqp-LBhDQARIsAO0a6aL55_aI_GKfOh6NEP6zej2z-NQn6i0pjrGX5SXXXvCEi-E1Jbq_hzQaAtGaEALw_wcB>. Acesso em: outubro 2021.

ARRUDA, M. F. **Um modelo ontológico e um serviço de gerenciamento de dados de apoio à privacidade na Internet das Coisas**. Goiânia: [s.n.], 2019.

BATISTA, C. Project Hub. **Project Hub**, 2017. Disponível em: <https://create.arduino.cc/projecthub/Carlos_Batista/sensor-hcsr04-2fcc0e>. Acesso em: novembro 2021.

CNX-SOFTWARE. **cnx-software**, 2016. Disponível em: <<https://www.cnx-software.com/2016/03/25/esp8266-and-esp32-differences-in-one-single-table/>>. Acesso em: outubro 2021.

COMPONENTS101. components101. **components101**, 2020. Disponível em: <<https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>>. Acesso em: outubro 2021.

CRAFTS, T. & Techs & Crafts. **YouTube**, 2020. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ikqi-XLCfMs>>. Acesso em: 2021.

CURVELLO, A. embarcados. **embarcados**, 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266/amp/>>. Acesso em: abril 2021.

ESTE, W. R. **Internet of things: enabling technologies and workflow**. USP. São Paulo. 2019.

GOMES, L. S. Portal do Arduino. **Portal do Arduino**, 2018. Disponível em: <<http://portaldoarduino.com.br/medindo-distancias-com-sensor-ultrassonico-hc-sr04/>>. Acesso em: novembro 2021.

GRUBER, V.; SÔNEGO, A. A.; MARCELINO, R. **A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura**. Florianópolis: [s.n.], 2016.

JABBAAR, A. A. Project Hub. **Project Hub**, 2019. Disponível em: <<https://create.arduino.cc/projecthub/abdularbi17/ultrasonic-sensor-hc-sr04-with-arduino-tutorial-327ff6>>. Acesso em: novembro 2021.

MAGRANI, E. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2018.

MME. MME. **MME**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/pronunciamento-do-ministro-de-minas-e-energia-bento-albuquerque>>. Acesso em: outubro 2021.

NEVES, E.; SAMPAIO, J.; FERRAZ, R. Efeito das mudanças do clima, seca no Brasil é a mais intensa da história. **VEJA**, 2021. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/agenda-verde/efeito-das-mudancas-do-clima-seca-no-brasil-e-a-mais-intensa-da-historia/>>. Acesso em: setembro 2021.

OLIVEIRA NETO, I. R. **Síntese de requisitos de segurança para internet das coisas baseada em modelos em tempo de execução**. Goiânia: [s.n.], 2015.

ONU. ONU. ONU, 2021. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2021/10/1765442>>. Acesso em: outubro 2021.

PACHECO, L. A. B. **Arquitetura para privacidade na integração de internet das coisas e computação em nuvem**. Brasília: [s.n.], 2018.

PRUDENTE, G. P. G1. **G1**, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/noticia/2021/10/02/falta-de-energia-prejudica-distribuicao-de-agua-e-sabesp-pede-economia-e-uso-consciente-no-oeste-paulista.ghtml>>. Acesso em: outubro 2021.

REDAÇÃO. Veja. **Veja**, 2014. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/sabesp-admite-baixa-pressao-da-agua-durante-a-noite/>>. Acesso em: setembro 2021.

TELECO. Serviços em Nuvem I: Computação em Nuvem, 2021. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialservnuvopers1/pagina_2.asp>. Acesso em: 09 abril 2021.