

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Fellipe Eduardo Cândido – RA 1807387
Hamilton Fernandes de Moraes Júnior – RA 1804935
John Hideki Ohno – RA 1805765
José Roberto Chile Silva – RA 1805835
Osmar Hessel de Miranda – RA 1805369
Rodrigo de Paula Freitas Ramos – RA 1817528
Samuel Luis dos Santos – RA 1807466

Aplicativo para monitoramento e controle de consumo de água em residências.

Vídeo de apresentação do Projeto Integrador

< https://www.youtube.com/watch?v=_Wxiiv1QZ2Y >

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Aplicativo para monitoramento e controle de consumo de água em residências.

Relatório Técnico - 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

CÂNDIDO, Fellipe Eduardo; MORAES JÚNIOR, Hamilton Fernandes de; OHNO, John Hideki; SILVA, José Roberto Chile; MIRANDA, Osmar Hessel de; RAMOS, Rodrigo de Paula Freitas; SANTOS, Samuel Luis dos. Aplicativo para monitoramento e controle de consumo de água em residências. 11f. Relatório Técnico-Científico. Engenharia da Computação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Eduardo Palhares Junior. Polo: Carapicuíba, 2021.

RESUMO

Neste trabalho foi proposto um protótipo de aplicativo para plataforma Android e o módulo ESP32 como processador, para auxiliar no monitoramento e controle de consumo de água em residências. Todos os dados referentes ao consumo serão coletados e armazenados em um banco de dados na nuvem, onde poderão ser acessados por meio do aplicativo Android. A interface do aplicativo mostrará dados referente ao consumo de água atual e dos meses mais recentes.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema; ESP32; Consumo de Água; Monitoramento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Módulo ESP32	11
Figura 2: Diagrama de caso de uso - Consumidor.....	14
Figura 3: Diagrama de caso de uso - Sensor	15
Figura 4: Esquema elétrico do circuito do protótipo	16
Figura 5: Protótipo com o módulo ESP32 e conectado ao sensor.....	18
Figura 6: Estrutura do projeto no Flutter	19
Figura 7: Dispositivo conectado a um grande balde de água	21
Figura 8: Visualização de dados de consumo.....	21

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Dados sobre a crise hídrica no Brasil	10
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. DESENVOLVIMENTO	8
2.1 OBJETIVOS	8
2.2 JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	8
2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.3.1 CRISE HÍDRICA	9
2.3.2 INTERNET DAS COISAS	10
2.3.3 DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS	12
2.3.4 METODOLOGIA	13
3. RESULTADOS.....	14
3.1. SOLUÇÃO INICIAL	14
3.2. SOLUÇÃO FINAL	19
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população e a alta na demanda pelo consumo de água têm se tornado um grande problema em todo o mundo. As alterações crescentes nas condições climáticas têm agravado ainda mais este problema, pois em alguns lugares têm-se grande ausência de chuvas. Assim, gerenciar o uso da água tem se tornado um dos desafios para um planejamento hídrico mais eficaz diante do tamanho e das particularidades regionais do território brasileiro, já que solicitam maiores investimentos e ações para resolver este problema. Além disso, a conscientização da população para o consumo consciente, com a necessidade de iniciativas urgentes de órgãos públicos e privados, onde possa-se tentar modificar este contexto preocupante que tem colaborado para a intensa crise hídrica que vem ocorrendo nas últimas décadas no Brasil e no mundo (MARENGO; ALVES, 2016).

Entre 1900 e 2013, mais de 11 milhões de pessoas morreram por causa da falta d'água e 2 bilhões tiveram suas vidas transtornadas pelo fenômeno. Acumulam-se evidências de que o clima está mudando em diversas partes do planeta.

Um exemplo de conhecimento recente é o fato de que a última década concentrou os 12 anos mais quentes desde que as medições começaram a ser realizadas, em 1850.

Outro efeito da seca foi o aumento do número de focos de queimadas. A seca também teve impactos socioeconômicos, principalmente nas áreas que exploram o turismo às margens de rios e represas (MARENGO; ALVES, 2016, p. 485).

Em janeiro de 2014 foi anunciado oficialmente a crise hídrica em São Paulo (NETO; 2016) e o debate e discussões sobre o assunto ganharam mais repercussão nas mídias em geral, desde então. Algumas das soluções mais comuns para minimizar o problema são: construção de novos reservatórios, exploração de novos aquíferos e transferência de água de bacias hidrográficas de uma região para outra. Mas essa solução tem um limite, pois a demanda de água (e muitas vezes o seu desperdício) crescem cada vez mais. Sendo importante também, melhorar todo o sistema, tornando-o mais eficiente na distribuição, transporte e redução de desperdícios, que podem ultrapassar a falta de 50% em alguns sistemas de abastecimento (CIRILO; 2015).

Exatamente pela gravidade da situação, com causas naturais e humanas, que ações já deveriam ter começado a serem estudadas e implantadas, favorecendo que a população esteja ciente do problema para que exista sustentabilidade hídrica no futuro.

Assim, diante desta situação problema, a proposta seria uma forma de ajudar a alertar o usuário quanto ao seu consumo diário, fornecendo, inclusive, sugestões de como utilizar, racionar, preservar e dependendo do caso, ter como interromper e/ou limitar o fluxo de água

por um tempo determinado, utilizando ferramentas tecnológicas que possam auxiliar na medição e acompanhamento semanal do consumo de água pelo usuário em sua residência, tornando-o um cidadão consciente e evitando desperdícios.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivos

A proposta do trabalho visa auxiliar no monitoramento e controle do uso de água em residências através de um módulo responsável por coletar respectivas medições de consumo em tempo real, armazená-las em banco de dados na nuvem, gerando informações e gráficos acessíveis por meio de aplicativo Android, colaborando para a sustentabilidade deste recurso natural que é a água, mas que precisa ser preservado.

Dentre os objetivos específicos apresentam-se:

- Apresentar como conscientização e prevenção, os principais problemas que estão relacionados à crise hídrica e ao consumo excessivo de água;
- Descrever as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da situação problema;
- Desenvolver um protótipo utilizando módulo ESP32 e aplicativo para plataforma Android.

2.2 Justificativa e delimitação do problema

Desta maneira, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução composta por um protótipo funcional utilizando-se o módulo ESP32 para coletar dados de consumo de água em tempo real e armazenar estes dados em banco de dados na nuvem e um protótipo de aplicativo para dispositivos móveis para monitorar e obter informações sobre o consumo de água na residência, possibilitando ao usuário identificar e corrigir pontos de desperdício em sua rotina diária.

Acredita-se que esta solução, além de trazer benefícios econômicos significativos ao usuário, auxiliará no consumo consciente de água por parte da população, multiplicando esta postura, a partir dos benefícios que pode gerar, nos aspectos da saúde, socioeconômicos, mas também contribuindo significativamente para o meio ambiente, através da preservação deste recurso tão importante e necessário para a manutenção da vida no Planeta, neste momento e para as gerações futuras.

2.3 Fundamentação teórica

2.3.1 Crise hídrica

A Água, cuja simbologia química é bem conhecida por H₂O, é um elemento essencial para a manutenção da vida na Terra. Apesar de 70% da cobertura da Terra ser de água, 97,5% encontra nos mares e apenas 2,5% considera-se como sendo potável. Desses 2,5% grande parte encontra-se nas calotas polares e muito pouco está acessível a nós seres humanos.

Sendo assim, é um recurso natural finito que requer grande atenção com medidas de intervenção e controle.

O assunto é de suma importância e está dentro dos 17 pilares de Desenvolvimento Sustentável da ONU, estando relacionados em dois objetivos o 6 - Água Potável e Saneamento e o 14 – Vida na Água.

O Planeta tem enfrentado várias alterações climáticas e no Brasil não é diferente, tendo vivenciado inúmeros desafios oriundos das mudanças enfrentadas, gerando agravantes que têm atingido diretamente aspectos relacionados à saúde, pela escassez e alteração afetando recursos naturais refletindo na agropecuária, na alimentação de humanos e animais; no aumento da poluição (estiagem, queimadas, desmatamento, etc); ampliando aspectos sócio-econômicos produzindo cada vez mais prejuízos em diversas localidades.

O Brasil atravessa atualmente uma forte crise hídrica, com as vazões observadas em algumas bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro- Oeste apresentando valores bem abaixo das médias históricas.

Desta forma, a crise hídrica atinge contornos dramáticos, visto que, além da possibilidade de racionamento no fornecimento de energia elétrica e a perspectiva de redução no abastecimento de água, soma-se o encarecimento nacional no consumo de eletricidade, afetando assim, além da população ali residente, toda a população brasileira (DINIZ et al, 2021, p. 11,12).

A Tabela a seguir apresenta alguns dados importantes sobre a crise hídrica no Brasil.

Tabela 1: Dados sobre a crise hídrica no Brasil

CRISE HÍDRICA NO BRASIL	
A	Na Região Sul, destaca-se o recuo das secas moderada (S1) e grave (S2) no Rio Grande do Sul e da seca extrema (S3) no Oeste catarinense em função das chuvas acima da média. Por outro lado, devido às anomalias negativas de precipitação, houve o aumento de área com seca grave (S2) no Norte do Paraná;
B	Na Região Centro-Oeste, devido à piora nos indicadores, ocorreu o aumento das áreas com seca grave (S2) e/ou extrema (S3) nos estados de Mato Grosso do Sul e Goiás. Por outro lado, devido às chuvas acima da média na região central de Mato Grosso do Sul, houve atenuação da seca, que passou de moderada (S1) para fraca (S0). Com o início do monitoramento em Mato Grosso, o destaque vai para as porções de seca extrema (S3) registradas no sul e sudeste do estado. Em Goiás, devido à piora nos indicadores, houve avanço da seca extrema (S3) no sul. Os impactos permanecem de curto prazo (C) no Leste e de curto e longo prazo (CL) nas demais áreas. Em Mato Grosso do Sul, houve avanço da seca grave (S2) no Sudoeste e da seca extrema (S3) no Nordeste. Por outro lado, em virtude das anomalias positivas de precipitação no último mês, houve atenuação da seca na região central, que passou de moderada (S1) para fraca (S0). No Distrito Federal, as chuvas dentro da média no mês de junho mantiveram a condição de sem seca relativa.
C	Na Região Sudeste, no Espírito Santo, houve aumento da área com seca fraca (S0). Os impactos são de curto prazo (C). Já no Rio de Janeiro, ocorreu avanço da seca moderada (S1) em direção ao litoral. Os impactos permanecem de curto prazo (C) no Norte e de curto e longo prazo (CL) nas demais áreas do estado. Em Minas Gerais, ocorreu expansão das áreas com secas fraca (S0), moderada (S1) e grave (S2) no centro e no sul. Ainda, em uma pequena área do Sul (divisa com São Paulo), houve o agravamento da seca, que passou de grave (S2) para extrema (S3). Os impactos são de curto e longo prazo (CL) no Sul, no Triângulo Mineiro e no extremo noroeste do estado. Nas demais áreas os impactos são de curto prazo (C). Em São Paulo, em função da persistência de chuvas abaixo da média, ocorreu o avanço da seca extrema (S3) no Norte e da seca grave (S2) no sul. Os impactos permanecem de longo prazo (L) no Sudeste e de curto e longo prazo (CL) no restante do estado.

Fonte: Crise Hídrica 2021 (Diniz et al, 2021, p. 13, 14)

2.3.2 Internet das Coisas

A Internet das Coisas, conhecido também por “Internet of Things” (IOT), vem ganhando cada vez mais espaço e popularidade no mercado tecnológico de dispositivos inteligentes. A definição mais clara e objetiva seria de uma grande rede de dispositivos, máquinas e equipamentos interligados uns com os outros.

Sua popularidade vem aumentando com avanço de tecnologias de sensoriamento inteligentes e conectadas pelas diversas tecnologias de comunicação existentes no mercado como: Bluetooth, Wi-Fi, RFID, NFC, GPS. Tais dispositivos são dotados geralmente por microcontroladores e/ou microprocessadores.

Podemos citar diversos casos e exemplos como:

- Um carro com tal recurso e conectado à internet possa indicar ao motorista qual a melhor rota para evitar o trânsito.
- Um ônibus de transporte público poderia alertar em painéis, mensagens via smartphone sobre as estimativas de horários em que passaria no ponto de ônibus.
- Com tecnologias vestíveis (wearables) e sensoriamento poderíamos acompanhar o estado de saúde do usuário e automaticamente encaminhar relatórios ao médico responsável.
- Com a rotina turbulenta dos grandes centros urbanos, como São Paulo, a necessidade de tomada de decisões rápidas e assertivas têm se tornado cada vez mais importante.

Em vista de uma resposta/solução ao problema dado em função da crise do abastecimento do sistema hídrico, nosso trabalho foca no monitoramento e uso consciente de tal recurso mediante tecnologias acessíveis que possibilitarão minimizar o uso irracional do elemento água que é indispensável à manutenção da vida.



Figura 1: Módulo ESP32

O Esp32 é um módulo desenvolvido com ênfase em aplicações onde há a necessidade de conexão via WIFI, com um bom desempenho em processamento e conexão bluetooth integrado. Ideal para aplicações IOT e também uma evolução do módulo Esp8266.

O módulo contém sistemas de ajustes internos podendo trabalhar com temperaturas que variam de -40 C a $+125\text{ C}$. Projetado também de forma a minimizar o impacto no consumo de energia elétrica, ou seja, consumo ultrabaixo. Pode atuar completamente de forma autônoma ou como escravo, utilizando-se de protocolos de comunicação como I2C/UART ou SPI/SDIO.

Em nosso trabalho iremos utilizar o módulo Esp32 para medir variações do consumo de água utilizando-se dos canais analógicos e GPIO e conectar enviar os dados para o servidor de dados Firebase.

2.3.3 Desenvolvimento de aplicativos

Dentre as várias tecnologias utilizadas para o desenvolvimento de aplicativos mobile, algumas destacam-se por permitir o desenvolvimento de aplicações nativas tanto para Android quanto para iOS através de um único código, utilizando-se da construção de componentes, também conhecidos como *widgets*. E com este objetivo, o *Flutter* é um *Framework* para desenvolvimento mobile lançado pelo Google, que faz uso da linguagem de programação Dart, uma linguagem de programação orientada a objetos criada com o intuito de tornar mais fácil o desenvolvimento de aplicações complexas.

Por trabalhar com o conceito de *widgets*, o *Flutter* possibilita a reutilização de código e torna o processo de compilação mais rápido (KIMURA,2020, p. 2). Um dos grandes atrativos do *framework Flutter* é que os aplicativos desenvolvidos nessa plataforma tem um funcionamento mais rápido, se comparado a aplicativos desenvolvidos em outros *frameworks* (FERNANDES, 2021, p. 3).

Desde aplicações mais simples até sistemas mais complexos precisam persistir seus dados coletados para posteriormente serem consultados, analisados e gerar informações relevantes aos seus usuários, e este ambiente para armazenamento de dados também pode ser um banco de dados hospedado nas “nuvens”.

A Computação em nuvem, refere-se a um conjunto de recursos computacionais sob demanda, que permitem armazenar e acessar dados ou sistemas através de uma conexão de internet. A infraestrutura de TI passa a ser alocada “fora” da organização, ficando sob responsabilidade de uma outra organização especializada em oferecer e cobrar por tais serviços (SOUSA; MOREIRA; MACHADO, 2009, p. 151)

Para o armazenamento dos dados coletados pelo módulo ESP32 e disponibilização destes por meio do aplicativo móvel, será utilizado o banco de dados *Cloud Firestore*, que faz parte da Firebase, uma plataforma desenvolvida pelo Google para criação de aplicações *Web* e *Mobile*. O *Cloud Firestore* usa documentos JSON (*JavaScript Object Notation*) e permite armazenar, sincronizar e consultar dados em escala global.

Um recurso a se destacar do *Cloud Firestore*, é a possibilidade de acesso a dados *off-line*, permitindo que a aplicação continue funcionando perfeitamente, mesmo em caso de perda de conectividade por parte dos usuários. (MACEDO,2021)

2.3.4 Metodologia

Para a realização deste trabalho pretende-se a seguinte metodologia:

- Coleta de dados em livros, reportagens e artigos científicos;
- Análise de cenários passados e atuais referente às crises hídricas enfrentadas no Brasil;
- Análise de tecnologias de *IOT (Internet Of Things)* utilizadas no desenvolvimento de sensores de vazão de água;
- Levantamento e análise de requisitos funcionais e não funcionais para a solução proposta;
- Modelagem de diagramas do sistema por meio da linguagem UML através da ferramenta Astah UML;
- Desenvolvimento de protótipo utilizando módulo ESP32 e sensor de fluxo de vazão de água;
- Desenvolvimento de aplicativo mobile utilizando *Flutter* e banco de dados *Cloud Firestore*;
- No desenvolvimento desta solução, utilizaremos os conceitos estudados na disciplina de Interfaces Humano Computador e Sistemas Distribuídos.

3. RESULTADOS

Neste capítulo apresentaremos o protótipo inicialmente desenvolvido e a evolução do mesmo, até os testes finais realizados na residência de um dos integrantes do grupo.

3.1. Solução inicial

O diagrama de casos de uso é um tipo de representação que nos ajuda a identificar os requisitos principais e atores envolvidos (pessoas e sistemas) que utilizarão de alguma maneira esses recursos disponibilizados pelo sistema. Os dois atores principais serão o consumidor (que poderá realizar a consulta das informações de uso de água) e o sensor, responsável pela captura de dados em tempo real. Podemos observar essas características nas Figuras 2 e 3. Em relação ao sensor, o mesmo além de analisar o fluxo de vazão da água, deverá armazenar esses dados em um banco de dados na web.

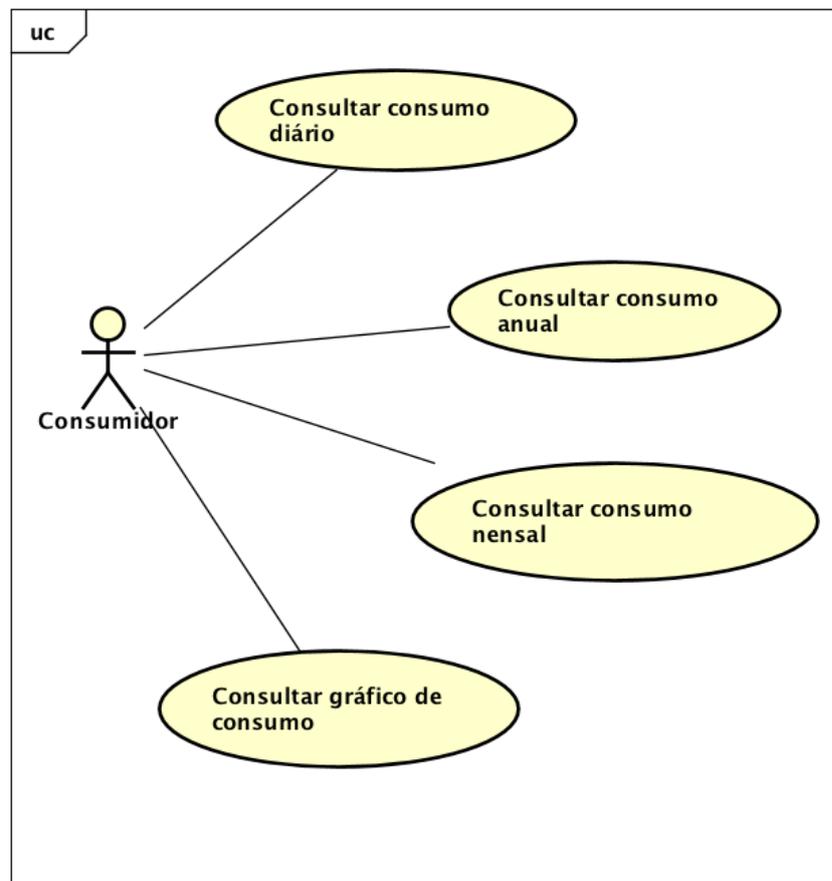


Figura 2: Diagrama de caso de uso - Consumidor

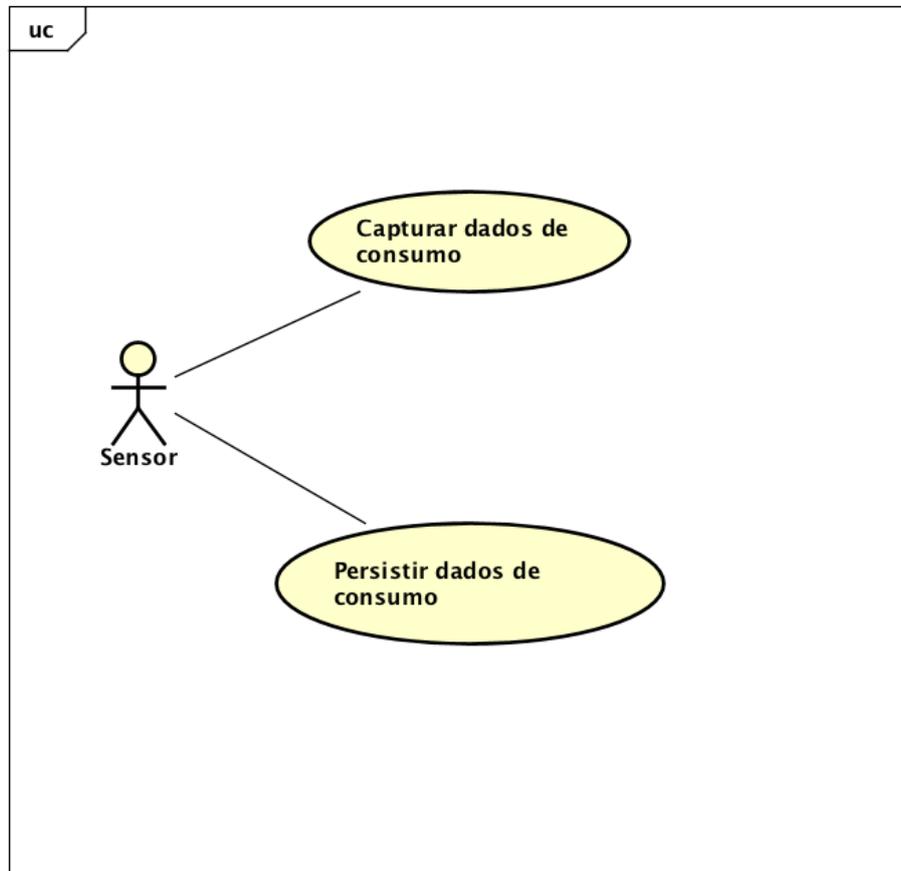


Figura 3: Diagrama de caso de uso - Sensor

Para a elaboração do protótipo, inicialmente elaborou-se o projeto do esquema elétrico do mesmo, conforme observado na Figura 4. O esquema elétrico ajuda na identificação dos componentes necessários para a criação do protótipo, e pode permitir realizar simulações usando softwares específicos como o MultiSim. Com o esquema finalizado fez-se a montagem do circuito utilizando o módulo ESP32 e com o sensor de vazão (Figura 5).

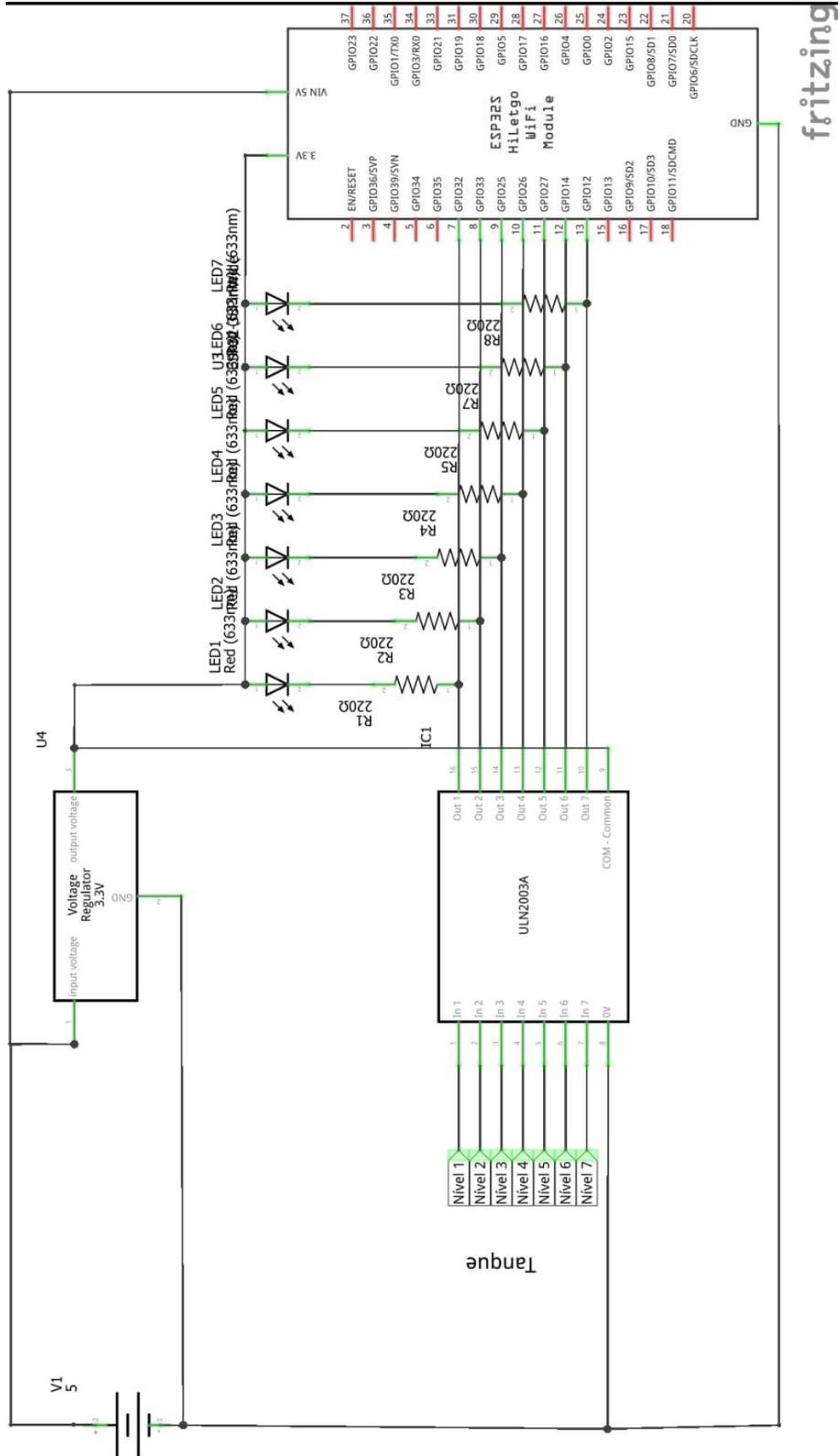


Figura 4: Esquema elétrico do circuito do protótipo

Com a montagem do protótipo já definida, iniciou-se a o desenvolvimento do código referente ao aplicativo a ser executado no Android, de modo a receber os dados gerados pelo circuito. O código da classe principal é apresentado abaixo:

```
import 'package:cloud_firestore/cloud_firestore.dart';

class WaterUse {
  String time;
  String date;
  dynamic waterFlow;
  // dynamic waterLevel;

  WaterUse({
    this.time,
    this.waterFlow,
    this.date,
  });

  WaterUse.fromJson(Map<String, dynamic> json) {
    time = json['time'];
    date = json['date'];
    waterFlow = json['used_water'] as double;
  }

  WaterUse.fromDocument(DocumentSnapshot document) {
    time = document.data['time'];
    date = document.data['date'];
    waterFlow = document.data['used_water'] as double;
  }

  Map<String, dynamic> toJson() {
    final Map<String, dynamic> data = new Map<String, dynamic>();
    data['time'] = this.time;
    data['date'] = this.date;
    data['used_water'] = this.waterFlow;

    return data;
  }
}
```

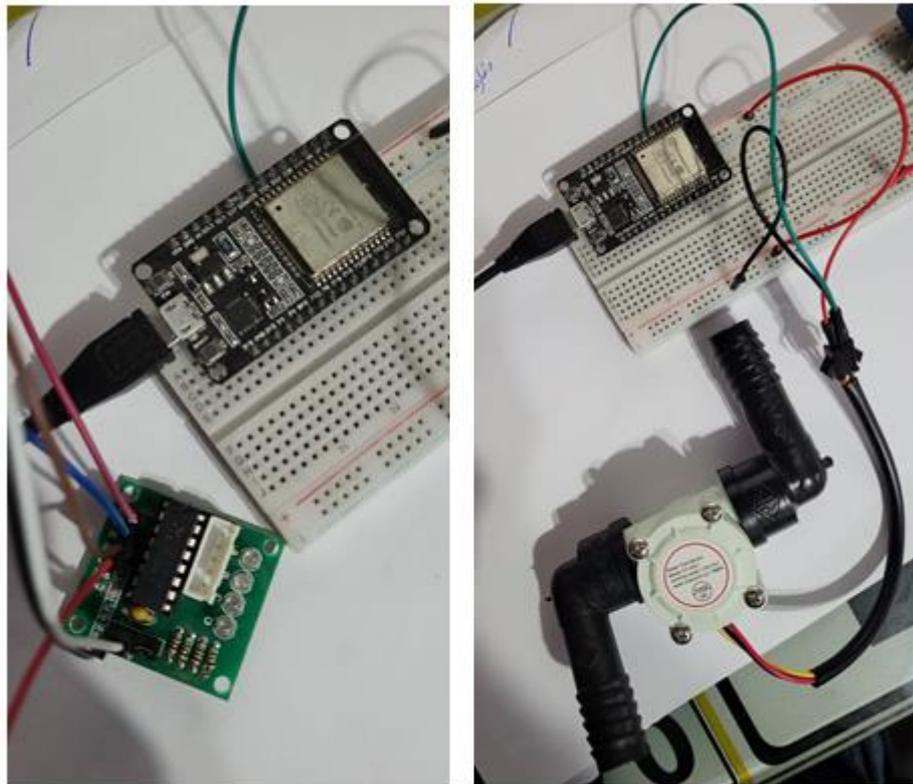


Figura 5: Protótipo com o módulo ESP32 (a esquerda) e conectado ao sensor (a direita)

O teste do protótipo foi realizado utilizando uma placa de ensaio (*proto-board*) que possui furos e conexões condutoras. É muito utilizada para testes de circuitos eletrônicos por não exigir a necessidade de soldagem dos componentes. Basta inserir os terminais condutores de acordo com o projeto do circuito eletrônico criado anteriormente, conforme ilustrado na Figura 4.

3.2. Solução Final

Com a estrutura de hardware já definida e montada, foi necessário escrever o código do aplicativo. Na Figura 7 podemos observar como a estrutura do código foi organizada dentro do ambiente de desenvolvimento.

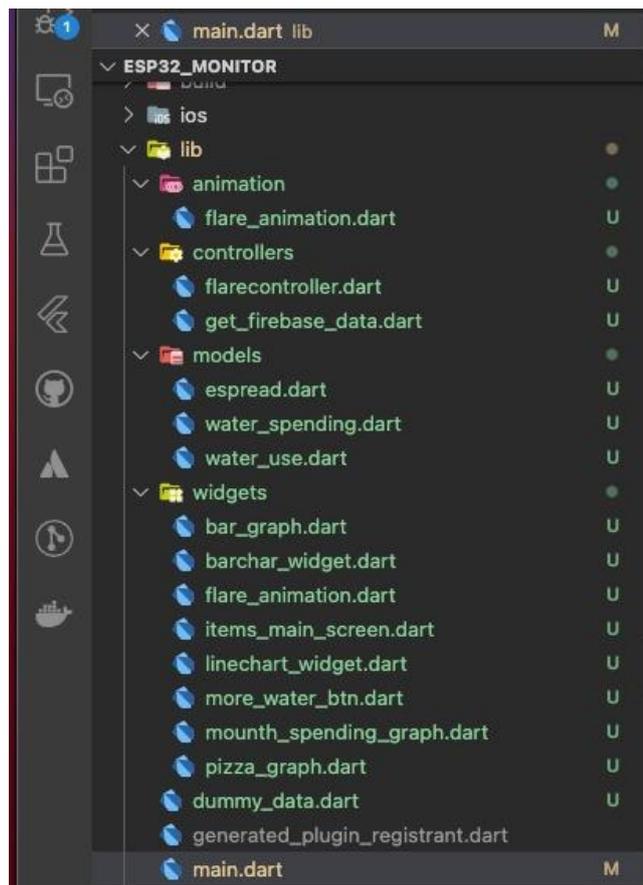


Figura 6: Estrutura do projeto no Flutter

Para o teste do aplicativo junto com o circuito já montado, foi realizado um teste na casa de um dos integrantes do grupo, utilizando um grande balde de água conforme observado na Figura 7. Com a passagem de água pela tubulação, o sensor vai registrando o volume de água que passa por unidade de tempo.

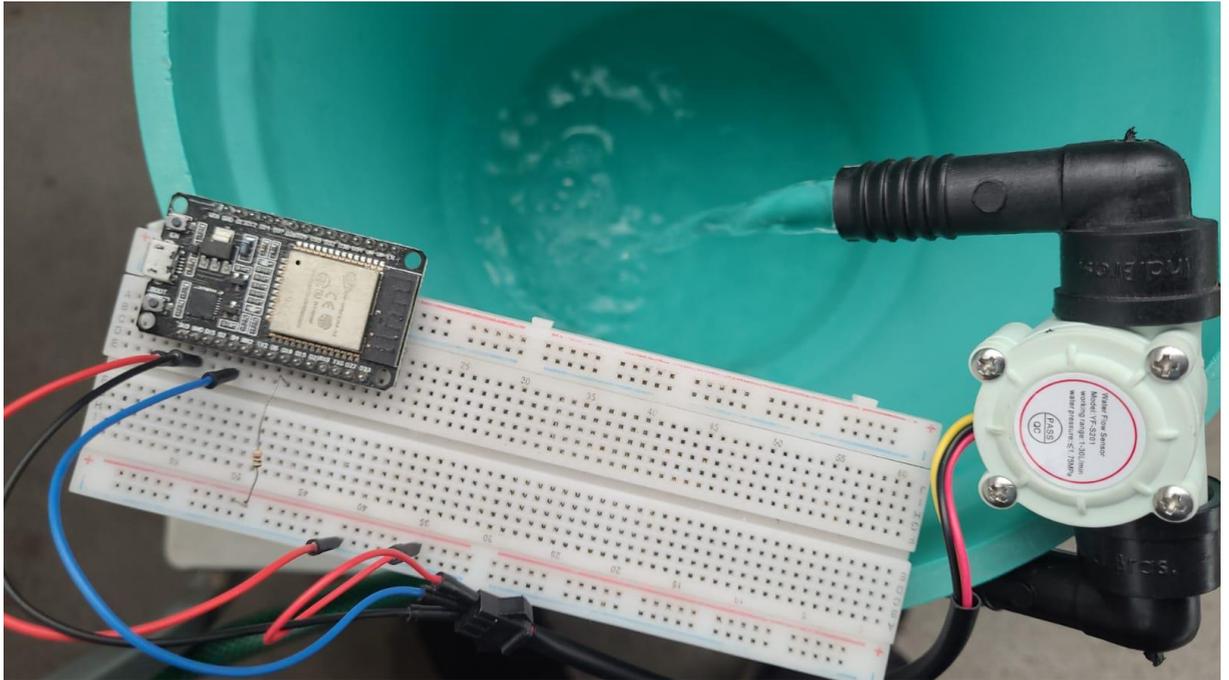


Figura 7: Dispositivo conectado a um grande balde de água

No aplicativo são apresentados os dados referentes a vazão de água atual e os dados referentes aos meses anteriores, conforme podemos observar na Figura 8. Neste caso como o primeiro teste foi realizado durante o período final da elaboração do projeto, somente o dado atual do consumo de água é real. Os dados referentes ao consumo dos meses anteriores são fictícios.

Os dados referente ao consumo de água são apresentados em litros consumidos por hora e por dia, além de permitir a visualização da média de água utilizada em metros cúbicos, por ano e por mês.

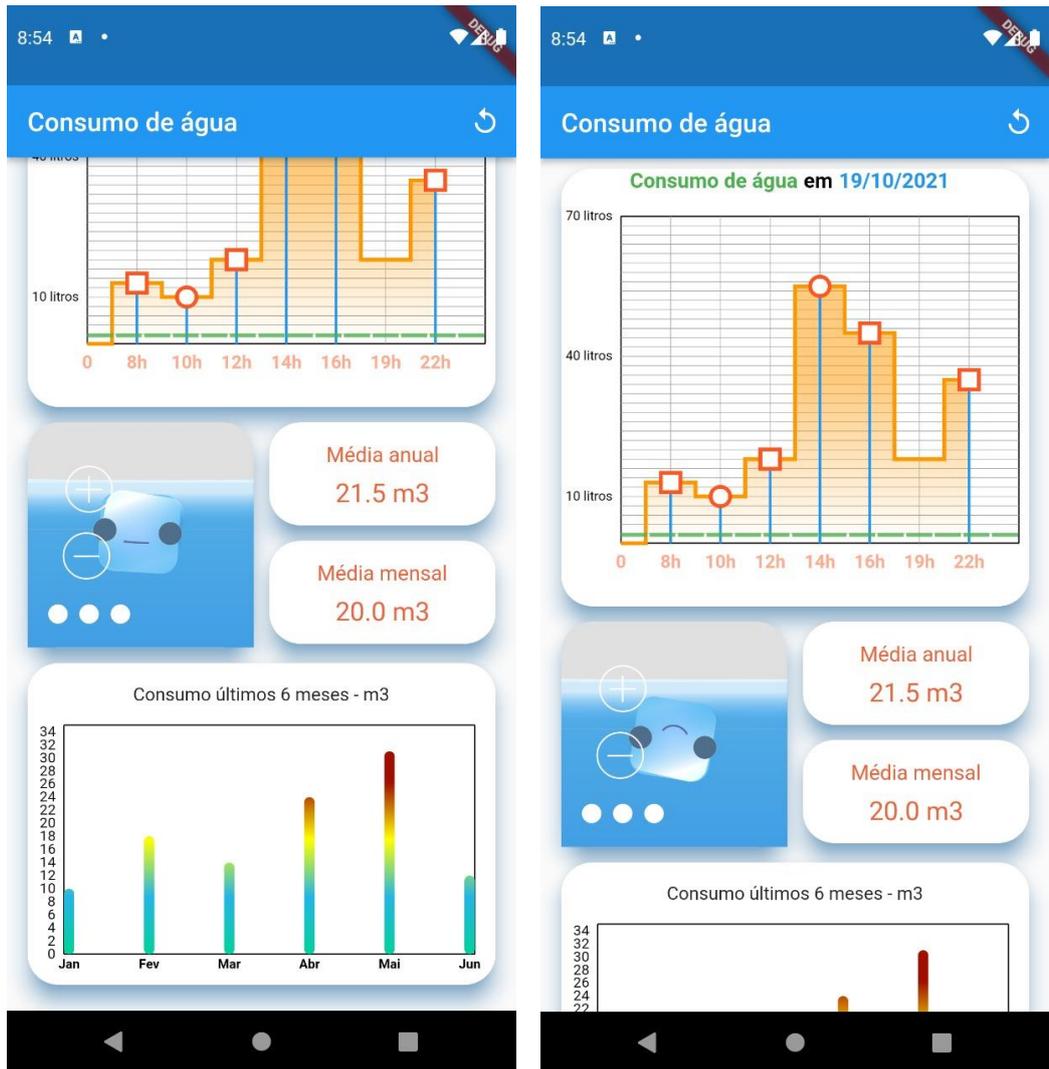


Figura 8: Visualização de dados de consumo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou os principais problemas relacionados a crise hídrica e o desperdício de água, muito comum nos dias atuais. Foi descrito sobre as tecnologias utilizadas para a criação do protótipo, que pode ser utilizado para ajudar a controlar e monitorar o consumo de água nas residências.

Tradicionalmente o consumo residencial de água é observado pela população quando a cobrança é efetuada e o boleto de cobrança chega na residência. Nesse boleto é apresentado o consumo de água mensal e dos meses anteriores. Mas com a implantação de um dispositivo dentro da residência, que pode apresentar em tempo real, de uma forma mais didática sobre o quanto se consome, acreditamos que os moradores possam se tornar mais conscientes e preocupados em diminuir o consumo e até mesmo o desperdício.

Como sugestão de melhoria para esse protótipo para trabalhos futuros, pode-se implementar um modo de visualizar o consumo em diferentes períodos de tempo e em todos os locais da residência onde há alguma tubulação de água. Com a internet das coisas pode-se conectar os vários dispositivos da residência de modo a fornecer esses dados, e até mesmo emitir um sinal sonoro ou outro tipo de alerta, para indicar ao morador que o consumo ultrapassou um valor estipulado pelo próprio usuário.

Desta maneira acredita-se que este protótipo se mostrou viável e pode ser útil, podendo contribuir, mesmo que em pequena escala, na conscientização e redução do consumo de água.

REFERÊNCIAS

CIRILO, J.A. **Crise hídrica: desafios e superação**. São Paulo: Revista USP, n. 106, p. 45-58, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110102/108685>>. Acesso em: 30 set. 2021.

DINIZ, J. A. O. et al. **Crise hídrica no Brasil: o uso das águas subterrâneas como reforço no abastecimento público**. Rio de Janeiro: CPRM, 2021. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/22291>>. Acesso em: 12 out. 2021.

FERNANDES, W. A.. **Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar na preparação de alunos de Engenharia de Computação para o Enade**. Goiás: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Trabalho de Conclusão de Curso, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1361/1/TCC_II_WARLEY_ALVES_FERNANDES.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

KIMURA, E. N. R. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de armazém para dispositivos móveis em Flutter**. Instituto Politécnico de Bragança de Tecnologia e Gestão; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado, 2020. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/22955/1/pauta-relatorio%2811%29.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MACEDO, L. C. **Sistema de coleta e anotação de dados de sensores de dispositivos móveis para aplicações de aprendizado de máquina**. Rio de Janeiro: Projeto de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10032946.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. **Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento**. São Paulo: GEOUSP, Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 485-494, 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/100879>>. DOI: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.100879>>. Acesso em: 4 out. 2021.

NETO, J. C. C. **A crise hídrica no estado de São Paulo**. São Paulo: GEOUSP, Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 479-484, 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/101113>>. Acesso em 4 out.2021.

SOUSA, F.R.C; MOREIRA, L.O.; MACHADO, J.C. **Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios**. Piauí: EDUFPI, II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI), p. 150-175, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Javam-Machado/publication/237644729_Computacao_em_Nuvem_Conceitos_Tecnologias_Aplicacoes_e_Desafios/links/56044f4308aea25fce3121f3/Computacao-em-Nuvem-Conceitos-Tecnologias-Aplicacoes-e-Desafios.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.