



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES - CFP
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - UACEN
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARCELO BENTO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ELETRÔNICO PARA MONITORAR
CONSUMO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS VISANDO EDUCAÇÃO
AMBIENTAL VOLTADA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA**

CAJAZEIRAS-PB
2021

MARCELO BENTO DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ELETRÔNICO PARA MONITORAR
CONSUMO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS VISANDO EDUCAÇÃO
AMBIENTAL VOLTADA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química, da Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e Natureza (UACEN) do Centro de Formação de Professores (CFP), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Cajazeiras – PB, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Portela da Cunha.

S586d Silva, Marcelo Bento da.

Desenvolvimento de sistema eletrônico para monitorar consumo de água em reservatórios visando educação ambiental voltada para o uso racional da água / Marcelo Bento da Silva. - Cajazeiras, 2021.

42f.: il.

Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Portela da Cunha.

Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2021.

1. Água. 2. Monitoramento. 3. Gerenciamento. 4. Educação ambiental. 5. Recursos hídricos. I. Cunha, Fernando Antônio Portela da. II. Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Formação de Professores. IV. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 556.18

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIVERSIDADE DE CIÊNCIAS EXATAS-NATUREZA - CFP

Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n, - Bairro Casas Populares, Cajazeiras/PB, CEP 58900-000
Telefone: (83) 3532-2000 - Fax: (83) 3532-2009
Site: <http://www.cfp.ufcg.edu.br> - E-mail: cfp@cfp.ufcg.edu.br

REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

(Nº 317)

Aos oito dias do mês de outubro de dois mil e vinte e um, às nove horas, na sala virtual do Google Meet, em sessão pública, ocorreu a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) **"DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ELETRÔNICO PARA MONITORAR CONSUMO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS VISANDO EDUCAÇÃO AMBIENTAL VOLTADA PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA"**. O referido trabalho, foi apresentado pelo discente **Marcelo Bento da Silva**, matriculado no Curso de Química-Licenciatura. Os membros da banca constituídos pelo Prof. Fernando Antônio Portela da Cunha, na condição de orientador, pelos membros Prof. Dr. Carlos Davidson Pinheiro e o prof. Ezequiel Fragoso Vieira Leitão, avaliaram o trabalho do aluno atribuindo a nota 10,0 (DEZ).

Avaliador	Nota
Prof. Dr. Fernando Antônio Portela da Cunha	10,0
Prof. Dr. Carlos Davidson Pinheiro	10,0
Prof. Dr. Ezequiel Fragoso Vieira Leitão	10,0
Média	10,0



Documento assinado eletronicamente por **FERNANDO ANTONIO PORTELA DA CUNHA, PROFESSOR 3 GRAU**, em 13/10/2021, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS DAVIDSON PINHEIRO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/10/2021, às 17:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Bento da Silva, Usuário Externo**, em 13/10/2021,



às 20:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por EZEQUIEL FRAGOSO VIEIRA LEITAO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 14/10/2021, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufmg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador 1838889 e o código CRC A289929D.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por ter me proporcionado a dádiva, mais valiosa e linda, a vida, que simboliza todo seu amor pela humanidade.

Aos meus pais, Maria de Fátima e Abidias Severino, que sempre estiveram comigo nas horas mais difíceis e felizes da minha vida, que lutaram com todas as suas forças para que essa conquista fosse alcançada em nome de toda família.

As minhas irmãs, Márcia Bento e Marciana Bento, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Aos meus avós, Maria Lica e José Serafim, em especial ao meu avô que mesmo com pouca instrução foi, e é meu maior incentivador quando se trata de estudos, desde cedo, sempre me guiou e aconselhou a trilhar o caminho do conhecimento.

Aos meus irmãos, Damião Alves e Itamar Miranda, a UFCG, que me proporcionaram muitas coisas boas e uma delas foi a amizade de vocês, que vou levar para sempre cada risada que dividimos, que foram muitas, e cada momento de dor que compartilhamos, serei sempre eternamente grato a vocês (NEGÕES).

Aos meus amigos, Winicio de Abreu, Cleiton Solto, Luiz Antônio, Gutierrez Dantas, Lilian Bezerra e Yara Natane, que dividiram momentos singulares comigo, durante toda essa trajetória, aprendi e cresci, muito com vocês, tanto como estudante, mas principalmente como pessoa, OBRIGADO.

Aos meus colegas de quarto, Odnei Brasil, Matheus e George Dias, por toda paciência e compreensão, durante mais de três anos, dividindo o mesmo espaço apertado, com praticamente nenhuma privacidade, mas sempre abundante em companheirismo, colaboração e troca de experiências.

Ao meu professor e orientador, Fernando Portela por ter acreditando em min, desde a iniciação científica, sempre muito paciente, e a todo momento me motivando e estimulando a melhorar a cada dia. Obrigado por todos os ensinamentos sobre a química, programação, Arduino e principalmente sobre a vida.

Aos professores, Albaneide Wanderlei, Carlos Davdison, Everton Vieira, Ezequiel Fragoso, Luciano Leal, José Gorete, Geovana dos Santos e Georgia Batista, por terem contribuído para minha formação profissional e pessoal, e pela relação de amizade e respeito mútuo durante todo curso. Agradeço também a todos os professores da UACEN, que contribuíram em minha jornada e em especial a todos os funcionários terceirizados que cuidam e proporcionam que a UFCG, ofereça o melhor ambiente possível para a construção do conhecimento.

Por fim a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus Cajazeiras – PB, por ter transformado a minha vida para sempre, meu eterno agradecimento.

*Aquilo que não pode ser medido, não se pode
melhorar*

(William Thomsom)

Resumo

Diversos estudos e fatos, apontam, para uma possível crise hídrica global, provocada pela escassez de água, fomentada pelas mudanças climáticas, poluição dos mananciais, desperdício e mal uso. Insatisfeitos com o atual gerenciamento dos recursos hídricos, o presente trabalho tem como foco desenvolver um sistema eletrônico de monitoramento de consumo de água, que possibilite maior controle sobre os gastos e que indique possíveis falhas. Para o desenvolvimento do sistema, utilizou-se: uma placa WIFI Nodemcu, sensores ultrassônicos e de fluxo, e módulos conversores de nível lógico e fonte de alimentação. A parte lógica foi desenvolvida, usando as tecnologias C++, PHP, Delphi e banco de dados MySQL. O sistema funciona com a placa WIFI Node MCU, processando as leituras dos sensores, instalados nos reservatórios de interesse e posteriormente enviando esses dados para uma página web via rede local de internet, onde rotinas de conexão e salvamento com o banco de dados são executadas. Depois de salvos os dados são apresentados em uma interface gráfica e podem ser consultados a qualquer momento. Para testar o funcionamento do sistema, o mesmo foi instalado em uma residência, durante um período de duas semanas, onde não foram detectados vazamentos e foram consumidos 3,24 m³ de água. O sistema proposto demonstrou estabilidade nas leituras e envio dos dados, dependendo apenas da qualidade do serviço de internet. Trabalhos na área comprovam que um dispositivo desta natureza, pode ser fundamental para a detecção de possíveis vazamentos, combatendo, assim, o desperdício. O sistema também pode contribuir para o entendimento do perfil de consumo de determinado ambiente, proporcionando a tomada de medidas que contribuam para um uso mais consciente e eficiente da água.

Palavras-chave: Água, Monitoramento, Gerenciamento.

Abstract

Several studies and facts point to a possible global water crisis, caused by water scarcity, promoted by climate change, supply of water sources, waste and misuse. Dissatisfied with the current management of water resources, this work focuses on developing an electronic system for monitoring water consumption, which allows for greater control over expenditures and indicates possible failures. For the development of the system, it uses: a WIFI Nodemcu board, ultrasonic and flow sensors, and logic level modules and power supply. The logical part was developed using C ++, PHP, Delphi and MySQL database technologies. The system works with the WIFI Nodemcu board, processing sensor readings installed in the reservoirs of interest and later sending this data to a page from the web via local internet network, where connection and saving routines with the database are performed. Once saved, the data is provided in a graphical interface and can be consulted at any time. To test the functioning of the system, it was installed in a residence, for a period of two weeks, where no leaks were detected and 3.24 m³ of water were consumed. The proposed system has shown stability in reading and sending data, it only depends on the quality of the internet service. Work in the area proves that a device of this nature can be essential for detecting possible leaks, thus combating waste. The system can also contribute to the understanding of the consumption profile of a given environment, enabling the taking of measures that contribute to a more conscious and efficient use of water at a lesser time.

Keywords: Water, Monitoring, Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema de funcionamento do sensor de distância.....	10
Figura 2 - Montagem do sensor no reservatório.....	11
Figura 3 - Princípio de funcionamento de um sensor de efeito hall.	11
Figura 4 - Esquema de modulação PWM com sensor de efeito Hall	12
Figura 5 - Visão geral e interna do sensor de fluxo.....	13
Figura 6 – Esquema do mostrador de vazão de hidrômetros velocimétricos	14
Figura 7 - Esquema de pinagem módulo WIFI ESP8266 NodeMCU.....	15
Figura 8 – Sensores de fluxo instalados em pontos individuais de consumo.	16
Figura 9 - Sensores de fluxo instalados em pontos individuais de consumo.....	16
Figura 10 - Visão frontal do sensor	18
Figura 11 - Visão traseira do sensor	18
Figura 12 – Sensor de fluxo adquirido.	19
Figura 13 - Placa WIFI Node-MCU esp8266.....	20
Figura 14 - Conversor de nível de tensão.....	20
Figura 15 - Página de administrador da ferramenta Xampp.....	21
Figura 16 - Esquema simplificado de comunicação do sistema	22
Figura 17 - Rotina de conexão com o banco de dados	23
Figura 18 - Rotina de salvamento no banco de dados	24
Figura 19 - Suporte e proteção contra umidade.....	24
Figura 20 - Sistema utilizado para testes e desenvolvimento do firmware.	25
Figura 21 – Esquema simplificado de comunicação do sistema de monitoramento	26
Figura 22 – Sistema remoto instalado na residência para monitoramento.	27
Figura 23- Visão externa da caixa de proteção do sistema remoto.	27
Figura 24 – Programa responsável por apresentar o nível do reservatório.....	28
Figura 25 - Hidrômetro virtual desenvolvido em linguagem Delphi10.	29
Figura 26 - Perfil de consumo diário	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de custos para o sistema desenvolvido.	22
Tabela 2 – Consumo de água, em litros, referente a primeira semana de monitoramento.	30
Tabela 3- Consumo de água, em litros, referente a segunda semana de monitoramento	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.2 Sensores de fluxo e seu mecanismo de funcionamento	11
3.2.1 Hidrômetros, utilização e aspectos gerais	13
3.3 Modulo NodeMCU ESP8266 pinagem e funcionalidades	14
3.4 Educação ambiental	17
4 METODOLOGIA	18
4.1 Descrição dos sensores e módulos empregados	18
4.2 Banco de dados	21
4.2.1 Sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 Rotinas em PHP que realizam a conexão e salvamento com o banco de dados	23
5.2 Suporte e proteção para o sensor ultrassônico	24
5.3 Sistema para testes e desenvolvimento do <i>firmware</i> e esquema de comunicação	25
5.4 Aplicação e resultados obtidos para o sistema desenvolvido	26
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34
ANEXOS	37

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas é tema recorrente nas campanhas da Organização das Nações Unidas-ONU, principalmente nas últimas décadas. O desequilíbrio climático é atribuído a fatores como: urbanização, crescimento populacional acelerado, exploração excessiva dos recursos naturais e emissões de gases de efeito estufa, liberados pelos processos industriais. Como consequência, os recursos hídricos, encontram-se, cada vez mais escassos especialmente a água potável, devido a poluição dos mananciais, rios e lagos, mas também devido ao desperdício em sua utilização.

Segundo Boretti e Rosa (2019) até 2050 cerca de 6 bilhões de pessoas sofrerão com a escassez de água potável no mundo. Frente a este dado medidas, imediatas, devem ser tomadas visando, amenizar este possível cenário, por meio de medidas governamentais para redução das emissões dos gases poluentes, utilização excessiva e inadequada da água, como as encorajadas pela ONU, mais principalmente por um uso, consciente e eficaz por parte da população mundial.

No Brasil os governos estaduais e a união têm promovido várias ações no combate aos efeitos da seca no semiárido nordestino. Construção de barragens, açudes, cisternas, carros-pipa e o maior projeto ainda em fase final de construção que é a transposição do Rio São Francisco. Muito dinheiro tem sido investido nestas ações. O projeto do Rio São Francisco orçado inicialmente em 2007 em 4,8 bilhões de reais, passou em 2019, com os vários atrasos, da marca de 10 bilhões de reais, segundo Otávio Augusto, pelo blog Metrôpoles (Augusto, 2019).

Com respeito ao uso racional da água, alguns trabalhos têm sido publicados mostrando que com atitudes simples é possível reduzir de forma considerável o consumo. Segundo a Secretaria de Educação de Porto Alegre, 84 escolas da rede estadual de ensino instalaram redutores de vazão nas suas estruturas hídricas. Redutores de vazão, são dispositivos muito simples, basicamente um disco com um furo que colocado na entrada da alimentação de torneiras, limitam a vazão da água. Em palavras textuais da página da Secretaria de Educação de Porto Alegre (2010): *“Desde que foram implementados, em 2008, os equipamentos proporcionaram economia mensal de 28% no consumo de água, o equivalente a R\$ 40 mil. Por ano, a redução na despesa chega a R\$ 400 mil.”*

O caso acima, demonstrar que com atitudes simples e criativas é possível fazer uso, mais, eficiente do líquido precioso e como, consequência, impactar na redução de gastos de recursos econômicos. Insatisfeitos com o atual cenário referente a gestão dos recursos hídricos, a

presente pesquisa, visa, contribuir para um consumo mais consciente e eficiente da água, desenvolvendo um sistema eletrônico, relativamente simples e de baixo custo, que possibilite um melhor gerenciamento, deste, recurso por meio da tecnologia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema eletrônico, conectado à rede WIFI, para monitoramento, em tempo real, do consumo de água em reservatórios domésticos.

2.2 Objetivos específicos

Utilizar sensores ultrassônicos e de fluxo para determinar o nível e consumo de água em reservatórios domésticos.

Desenvolver *firmware* para microcontroladores da plataforma NODE-MCU para receber o sinal do sensor ultrassônico e de fluxo e disponibilizar a informação em rede WIFI.

Desenvolver sistema computacional para receber as informações do microcontrolador via WIFI, processar e apresentar os resultados na tela de um computador.

Implantar o sistema desenvolvido em uma residência, visando comprovar seu funcionamento, além de traçar o perfil de consumo do local de estudo.

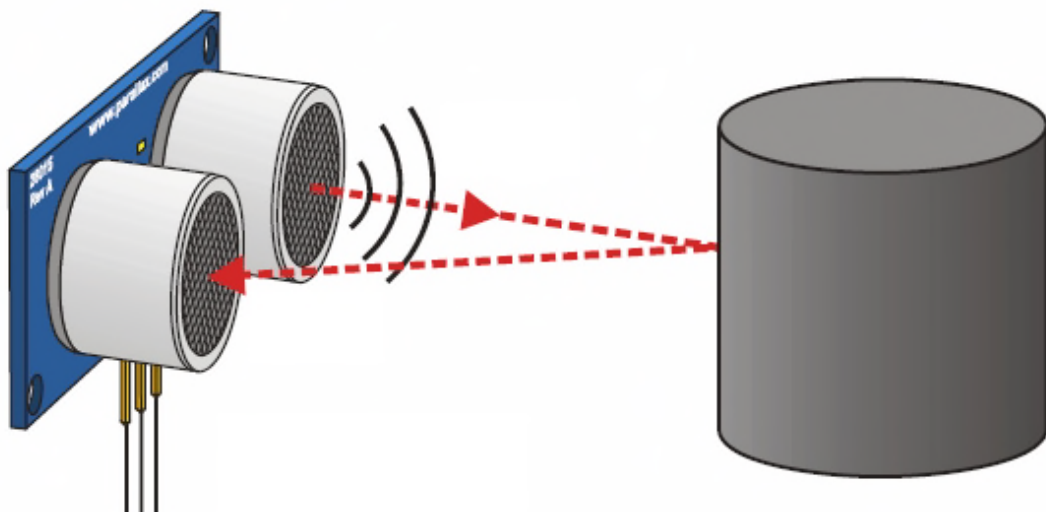
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sensores ultrassônicos, princípio de funcionamento e suas aplicações.

Sensores ultrassônicos de distância são muito usados em robótica para evitar colisões do veículo robotizado com obstáculos ao seu redor. Tais dispositivos também encontram aplicação nos sensores de estacionamento de veículos no qual um sistema microprocessado embarcado no veículo informa a distância disponível para a aproximação evitando a colisão.

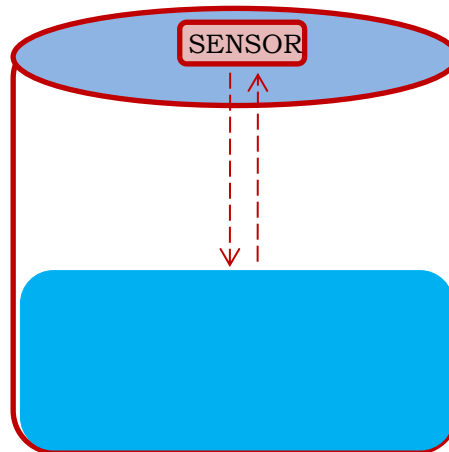
O funcionamento do sensor ilustrado na Figura 1, ocorre da seguinte forma: um transdutor emite um tom de onda sonora na frequência de ultrassons (40 kHz) e inicia a contagem de tempo. Um segundo transdutor aguarda a chegada do pulso da onda retornado (ecoado). Um pequeno processador embarcado, avalia o tempo entre a emissão e a recepção e com base na velocidade do som ($\sim 340\text{m/s}$) afere a distância entre o objeto refletor e o dispositivo sensor. Estes dispositivos também podem ser utilizados para medir a distância em variadas situações inclusive aferir a distância da tampa do reservatório até a superfície da água armazenada dentro do mesmo. Conhecendo as medidas do reservatório é possível associar a distância entre o sensor e a superfície da água Figura 2, com o volume disponível no reservatório. O sinal da leitura do sensor será capturado pelo módulo Node-MCU que insere as informações na rede WIFI.

Figura 1- Esquema de funcionamento do sensor de distância



Fonte: <https://www.arduinoportugal.pt/como-ligar-o-sensor-distancia-ultrassom-hc-sr04-a-arduino/>.

Figura 2 - Montagem do sensor no reservatório



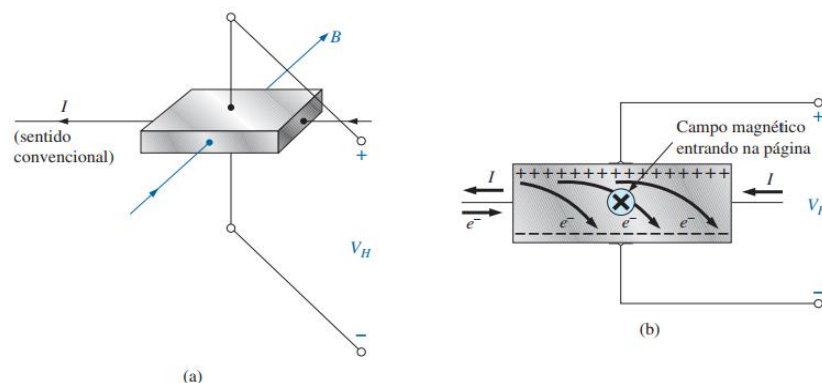
Fonte: Autor, 2021.

3.2 Sensores de fluxo e seu mecanismo de funcionamento

Outro sensor eletrônico amplamente utilizado neste tipo de aplicação, são os sensores de fluxo. O mesmo consiste basicamente de uma válvula de plástico, um rotor de água, um sensor de efeito hall e um ímã permanente (LOUSADA, 2021). O funcionamento do sensor se dar por dois fatores, o primeiro deles um elemento que gere um campo magnético (que neste caso é um ímã permanente) o segundo fator é a aplicação do efeito Hall Figura 3, que:

Consiste de um semicondutor que, percorrido por uma corrente elétrica I , ao se sujeitar a ação de um campo magnético B , fará surgir ortogonalmente a corrente e ao campo uma tensão de saída V_H , como ilustra a figura (a). A tensão é resultado da separação entre cargas positivas e negativas, causada pela força de Lorentz, figura (b). (CASSIANO, 2018, p. 31).

Figura 3 - Princípio de funcionamento de um sensor de efeito hall.

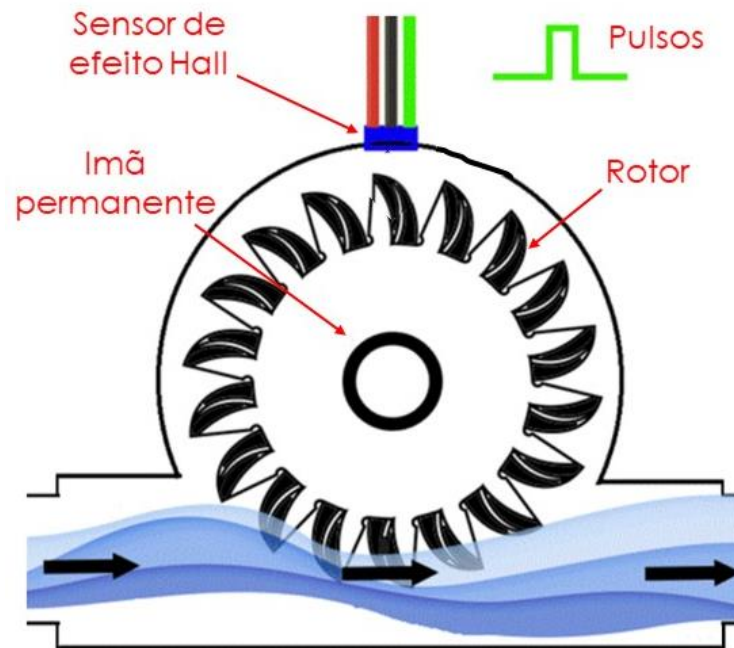


Fonte: Adaptado de (CASSIANO, 2018).

A Figura 4, esquematiza o funcionamento do sensor de fluxo, onde, no interior do equipamento, ao rotor posicionado ao centro é acoplado um ímã, que trabalha em conjunto com

o sensor de efeito hall, gerando um pulso PWM – *Pulse Width Modulation*, toda vez que o rotor realiza um giro sobre seu eixo. Com base nos pulsos gerados é possível calcular a vazão de água em determinado instante (COTTICA e HUGO, 2019). Deste modo quanto maior for o fluxo de líquido passando pelo sensor, maior será a frequência de pulsos gerados em sua saída. Informações como curva de vazão, frequência de funcionamento e largura de pulsos, são fundamentais para o desenvolvimento do *software* responsável por ler os sinais produzidos pelo sensor e transforma-los em dados numéricos, é possível ter acesso a estas informações, consultado o *datasheet* do sensor. Na Figura 5, é possível observar a disposição fiel dos componentes do sensor de fluxo modelo YF-S201.

Figura 4 - Esquema de modulação PWM com sensor de efeito Hall



Fonte: Adaptado de (COTTICA e HUGO, 2019).

Figura 5 - Visão geral e interna do sensor de fluxo



Fonte: Adaptado de (GEBERT, 2019)

3.2.1 Hidrômetros, utilização e aspectos gerais

Os sensores de fluxo podem ser usados para simular um hidrômetro por exemplo. Segundo Wagner (2015) hidrômetros, são popularmente mais conhecidos como relógio de água. Estes equipamentos são utilizados por empresas de saneamento e distribuição de água, para medir o volume de água, que uma determinada residência consome. Desta forma é possível que a empresa que fornece tal serviço possa realizar a cobrança devida pelo serviço prestado, o instrumento também exerce um papel de transparência entre consumidor e fornecedor.

No mercado, existem, diversos tipos de hidrômetros que possuem mecanismos distintos de funcionamento. Segundo Benema (2021), os hidrômetros velocimétricos são os mais usados, por serem mais simples o que implica em um menor custo de aquisição. O mecanismo de operação deste aparelho, baseia-se em uma turbina que é girada pela ação do fluxo da água. A Figura 6, ilustra o mostrador de vazão de um hidrômetro, embora existam diversos modelos de mostradores, como norma o INMETRO, estabelece que a cor preta seja usada para indicar o consumo em metros cúbicos e seus múltiplos e a cor vermelha os submúltiplos do metro cúbico como centenas e dezenas de litros. (INMETRO, 2018).

Figura 6 – Esquema do mostrador de vazão de hidrômetros velocimétricos

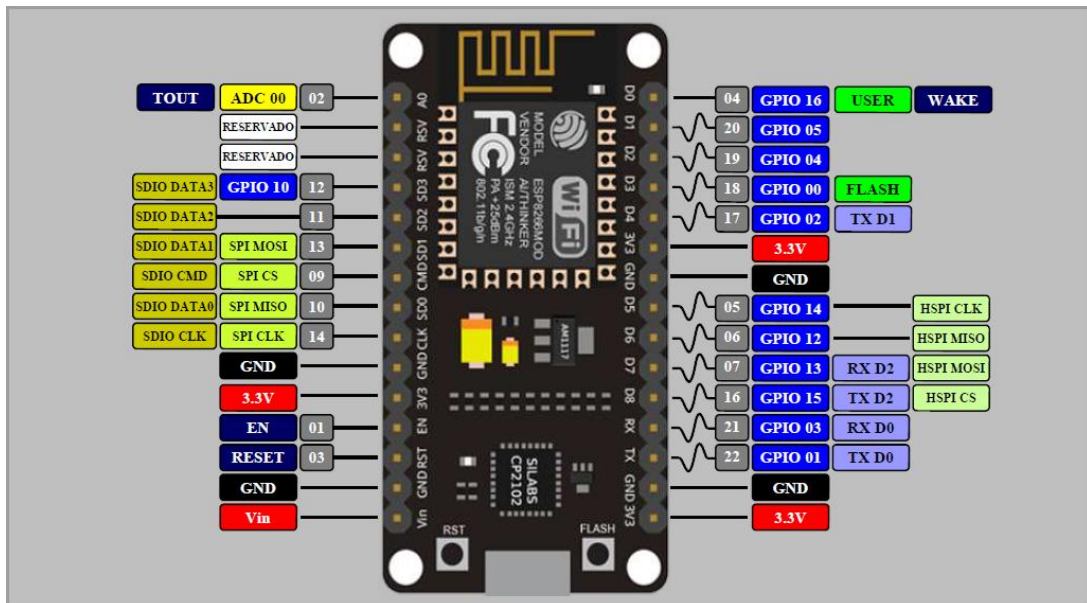


Fonte: (WAGNER, 2015)

3.3 Modulo NodeMCU ESP8266 pinagem e funcionalidades

A Figura 7, mostra o módulo WIFI ESP8266 NodeMCU que é uma placa de desenvolvimento que combina o chip ESP8266, com uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3,3V. A programação pode ser feita usando a linguagem LUA ou IDE (Ambiente de desenvolvimento) do Arduino, utilizando a comunicação via cabo micro-usb. A placa é dotada de duas séries com 15 pinos cada lado, estes pinos também conhecidos como portas, podem se comportar como saída ou entrada de dados, dependendo da necessidade específica de cada projeto. Conectando os pinos do ESP8266 a sensores é possível coletar/tratar dados e utilizando o seu recurso de web servidor enviar esses dados para uma página web.

Figura 7 - Esquema de pinagem módulo WIFI ESP8266 NodeMCU

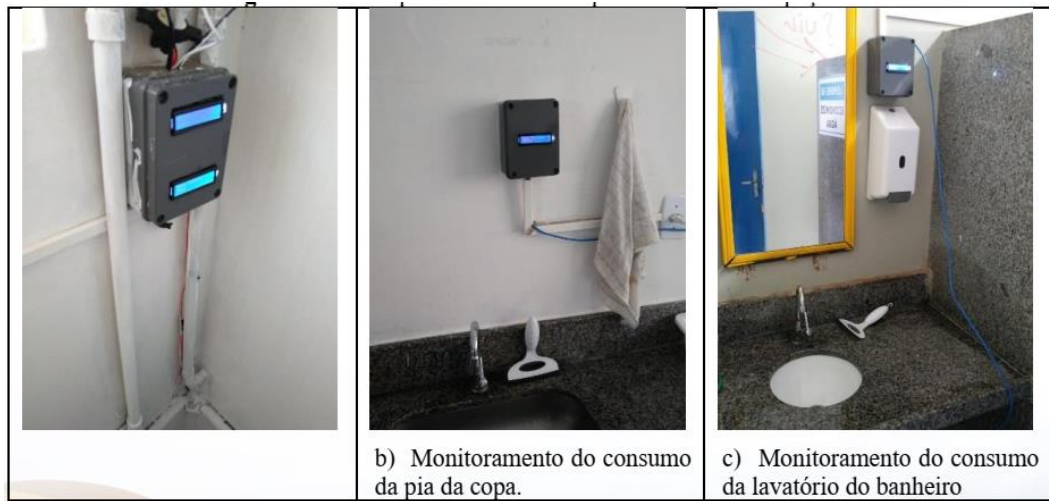


Fonte: <https://blog.eletragate.com/nodemcu-esp12-introducao-1/>.

Trabalhos utilizando tecnologias desta natureza como o realizado por Figueiredo (2017) possibilitou identificar dois pontos de vazamento em uma escola pública de Cajazeiras-PB, identificados graças ao alto consumo no período da madrugada que não deveria existir, depois de localizados os vazamentos, foram concertados promovendo uma economia diária de 3.749 litros de água, o que representa 87,4 metros cúbicos de água, que deixaram de ser desperdiçados mensalmente.

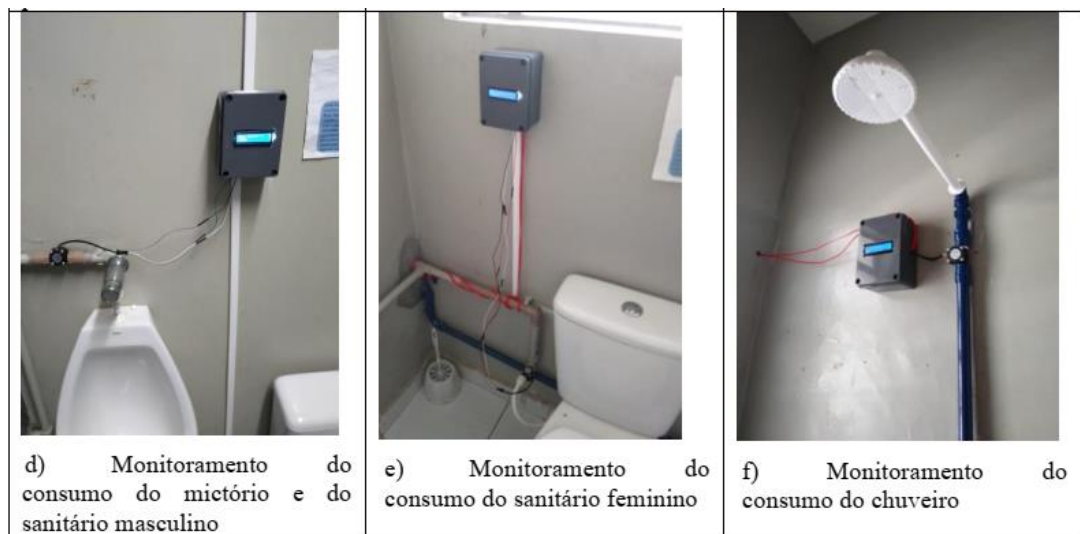
Em outro estudo, realizado no campus central da Universidade Federal de Campina Grande por Brandão *et al.* (2019) utilizando uma placa WIFI e sensores de fluxo, em pontos específicos de consumo individualizado, Figuras 8 e 9. Tais dispositivos foram implantados no bloco II da instituição, a fim de aferir o consumo d'água em: Chuveiro, lavatório, mictório, bacia sanitária e pia da copa. Neste estudo, o maior consumo identificado foi para a pia da copa com 45 %, seguido da bacia sanitária 43 %. Identificar os pontos de maior consumo, possibilita a aplicação de metodologias no sentido de fazer o uso mais adequado e reduzir o consumo de água, que além de trazer ganhos para o meio ambiente, promove também um ganho financeiro para a instituição.

Figura 8 – Sensores de fluxo instalados em pontos individuais de consumo.



Fonte: Adaptado de Brandão *et al* (2019).

Figura 9 - Sensores de fluxo instalados em pontos individuais de consumo.



Fonte: Adaptado de Brandão *et al* (2019).

3.4 Educação ambiental

Recolhe-se por educação ambiental os métodos nos quais o indivíduo ou grupo concebem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências visando a preservação do meio ambiente, bem de uso coletivo da população, fundamental para qualidade de vida e sustentabilidade. A lei deixa claro também que a educação ambiental deve ser elemento fundamental e constante na educação nacional, devendo integrar, de modo articulado, em todos os níveis e modalidades do progresso educativo (BRASIL, 1999).

Essencialmente, percebe-se que a temática debatida durante esse trabalho contempla processos acerca da Educação Ambiental. A introdução do tema nos meios educacionais é legitimada pela Lei nº. 6.938/81 que trata sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (BRASIL, 1981). Contudo, como ressaltado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a educação ambiental não se desenvolve isoladamente como disciplina, mas sim transversalmente se relacionando com outras áreas como a Química. (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018; LINS, TRINDADE JUNIOR, NASCIMENTO, 2021).

A tecnologia pode ser utilizada como princípio de transformação, podendo reconfigurar nosso entendimento e atividade para com a natureza (MARCHIORATO, 2018). Ou seja, com a tecnologia voltada para uma melhor compreensão dos impactos ambientais causados pelo homem é possível desenvolver ferramentas que visem a redução desses impactos, melhorando assim a relação entre o homem e meio ambiente.

4 METODOLOGIA

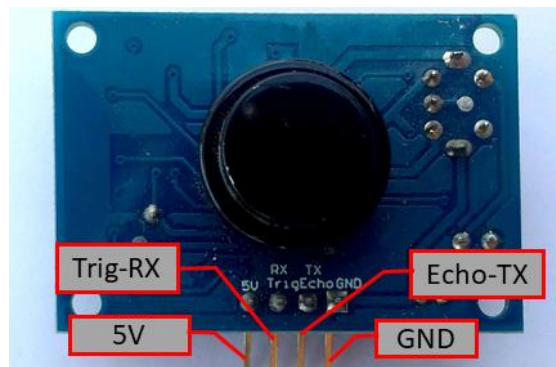
4.1 Descrição dos sensores e módulos empregados

Para elaboração do sistema eletrônico de monitoramento do nível e consumo de água, foram adquiridos com recursos próprios os seguintes, sensores e módulos eletrônicos.

- 1-Sensor ultrassônico.
- 2-Sensor de fluxo.
- 3-Módulo WIFI ESP8266 Node-MCU.
- 4-Módulo conversores de nível lógico.

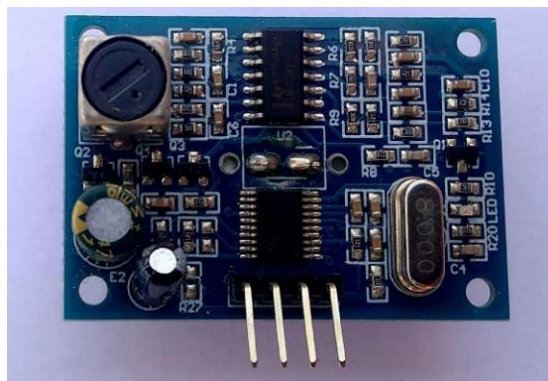
As Figuras 10 e 11, ilustram o sensor de distância ultrassônico JSN-SR04T o qual é indicado para leituras de distância com precisão entre 25 cm à 1,5 m. Como indicado o módulo possui apenas quatro pinos para conexão, que simplificam as ligações com o módulo ESP8266, são eles 5V (VCC), Trig (RX), Echo (TX) e GND.

Figura 10 - Visão frontal do sensor



Fonte: Autores, 2021.

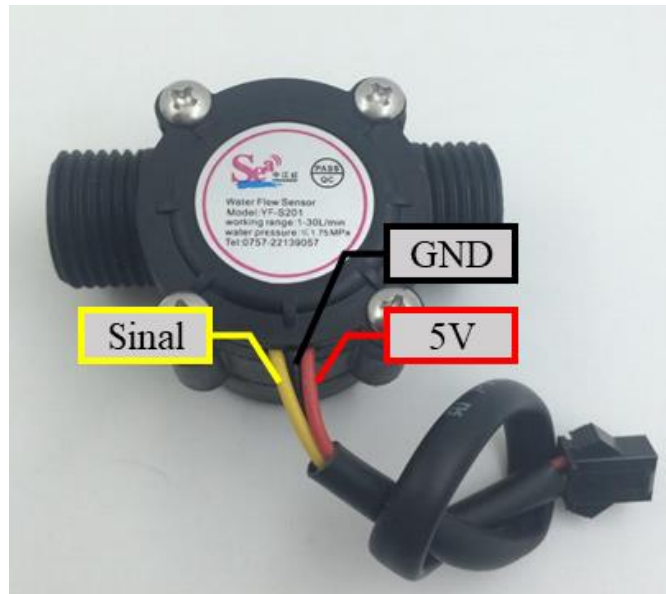
Figura 11 - Visão traseira do sensor



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 12, ilustra o sensor de fluxo, modelo YF – S201, o qual detecta vazões de 1 a 30 L/min, que funciona com tensão entre 5V e 18 V. Seu uso se torna bem prático, por possuir apenas três fios como indicado, sendo o preto (GND) referente ao fio terra, o vermelho a alimentação e o amarelo a saída do sinal gerado por ele.

Figura 12 – Sensor de fluxo adquirido.



Fonte: Autores, 2021.

Na Figura 13, observa-se o módulo WIFI, que é dotado de portas digitais e analógicas, necessárias para atender os mais diversos tipos de projetos de acordo com cada necessidade. A comunicação sem fio deste módulo, pode atuar basicamente de três formas: 1º Criando um *Web Server*, ou seja, uma página web para onde pode-se enviar e receber informações; 2º Acesso à internet, onde é possível extrair dados de sites de terceiros; 3º Criar um ponto de acesso para comunicações, principalmente entre duas placas WIFI. Para esta aplicação em particular, a placa atuará como um *Web Server*, no qual os dados lidos e processados são enviados para uma página web desenvolvida em PHP, que é responsável por armazená-los em um banco de dados.

Figura 13 - Placa WIFI Node-MCU esp8266



Fonte: Autores, 2021.

Para a utilização do sensor ultrassônico e o sensor de fluxo, juntamente com a placa de desenvolvimento (processador), existe uma certa complicação, uma vez que os sensores são alimentados com 5V e a placa com 3,3 V. Os módulos operam em níveis lógicos distintos, o que pode interferir na comunicação entre eles. Para exemplificar, é como se pessoas que falam línguas distintas tentassem se comunicar sem um tradutor, o que obviamente não funcionaria. Existem duas maneiras de resolver este problema, o primeiro é com um divisor de tensão utilizando resistores; ou usando um conversor de nível lógico bidirecional igual ao que está representado na Figura 14, ele é capaz de fazer um step-down de sinais 5V para 3,3V e também um step-up de 3,3V para 5V fazendo assim que placa e os sensores possam se comunicar. Para este projeto será usado um conversor de nível lógico pela praticidade de uso e pelo baixo custo.

Figura 14 - Conversor de nível de tensão



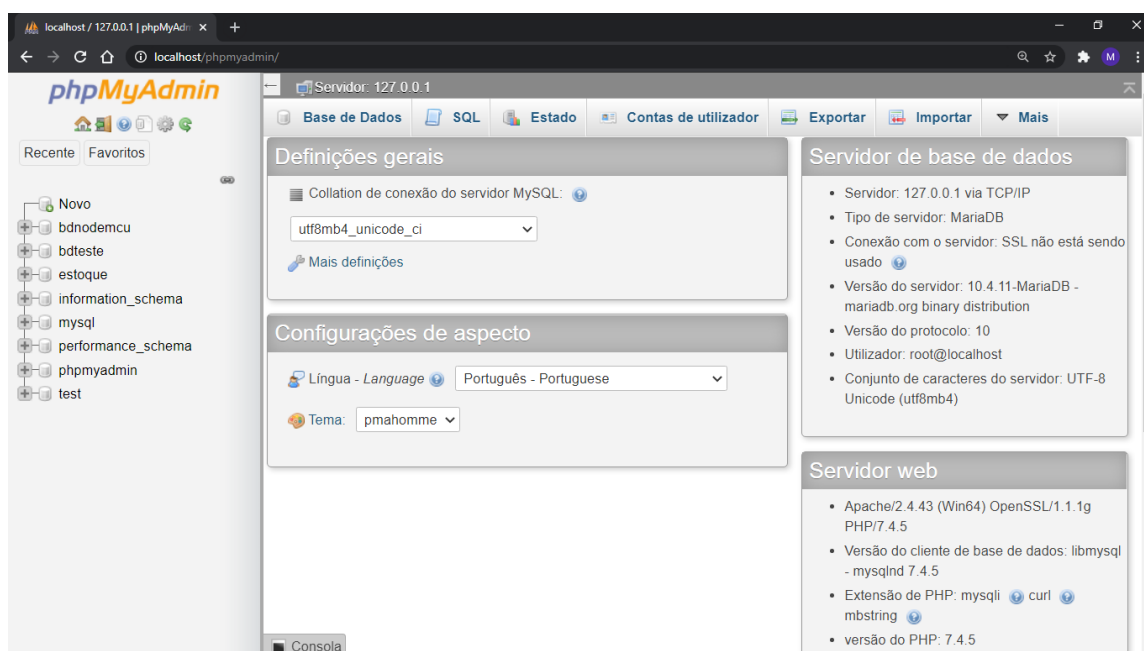
Fonte: Autores, 2021.

O desenvolvimento do *firmware* para o módulo ESP8266 (placa WIFI), foi inteiramente construído utilizando a IDE do microcontrolador Arduino pelo fato de ser totalmente compatível com o módulo Node-MCU e pelos pesquisadores, por possuírem experiência com a mesma em projetos anteriores.

4.2 Banco de dados

Um banco de dados é um ambiente que permite armazenar dados de forma organizada e concisa, por meio de tabelas que podem ser diretamente interligadas por modelos relacionais ou não. Para facilitar o uso deste tipo de recurso são usados os sistemas de gerenciamento de banco de dados e entre os mais utilizados, por ser de simples utilização e por ser grátis, é o MySQL, que pode ser instalado facilmente em qualquer computador, por meio de um pacote de instalação chamado Xampp. A Figura 15 mostra a página de administrador criada pela instalação do pacote xampp e é por meio desta página que pode ser acessada pelo navegador de internet, que todas as configurações para o banco de dados podem ser editadas, incluindo a criação do banco de dados e das tabelas que o compõe utilizando-se a linguagem SQL.

Figura 15 - Página de administrador da ferramenta Xampp



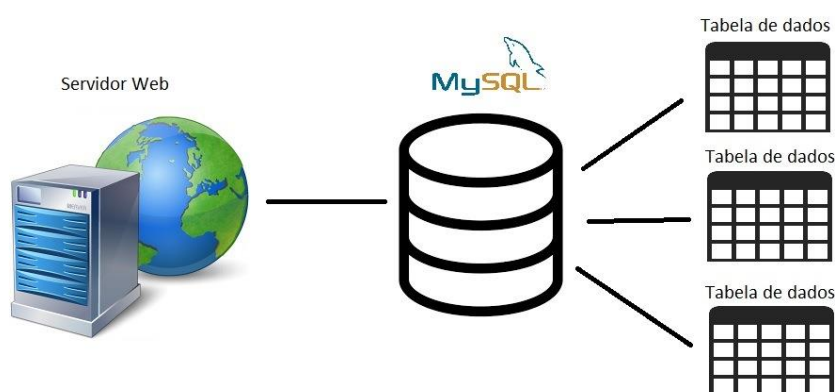
Fonte: Autores, 2021.

4.2.1 Sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL

Pelo fato de ser gratuito e de simples utilização, O gerenciador de banco de dados MySQL é um dos mais utilizados em todo o mundo. Já foi utilizado por grandes empresas

incluindo o *Facebook*. Por este e outros motivos este gerenciador foi escolhido para o desenvolvimento do presente trabalho. O sistema funciona da seguinte maneira a placa, Node MCU realiza a leitura do sensor ultrassônico e de fluxo, processa os dados obtidos, e operando como um servidor web, envia os dados para uma página online em rede local, que por sua vez se comunicar com o MySQL, que salva e agrupa esses dados de maneira organizada em tabelas. Todo o esquema está representado pela Figura 16. Depois de salvos os dados serão apresentados e também, ficam, disponíveis para consulta a qualquer momento em um programa executável, desenvolvido em linguagem Delphi.

Figura 16 - Esquema simplificado de comunicação do sistema



Fonte: www.homehost.com.br/blog/tutoriais/mysql/o-que-e-mysql/.

A seguir é apresentado na tabela 3 a lista com os custos dos componentes para o sistema de monitoramento desenvolvido no trabalho. Vale ressaltar que todos os componentes foram adquiridos com recursos próprios.

Tabela 1 – Lista de custos para o sistema desenvolvido.

Componentes	Quantidades	Custo total (R\$)
Sensor ultrassônico	1	28,62
Sensor de fluxo	1	34,90
Placa WIFI	1	27,90
Conversor de nível lógico	1	7,00
Protoboard	1	22,90
Kit jumpers	1	13,90
Fonte de alimentação 12v	1	19,90
Fonte regulável	1	10,90
Total		166,02

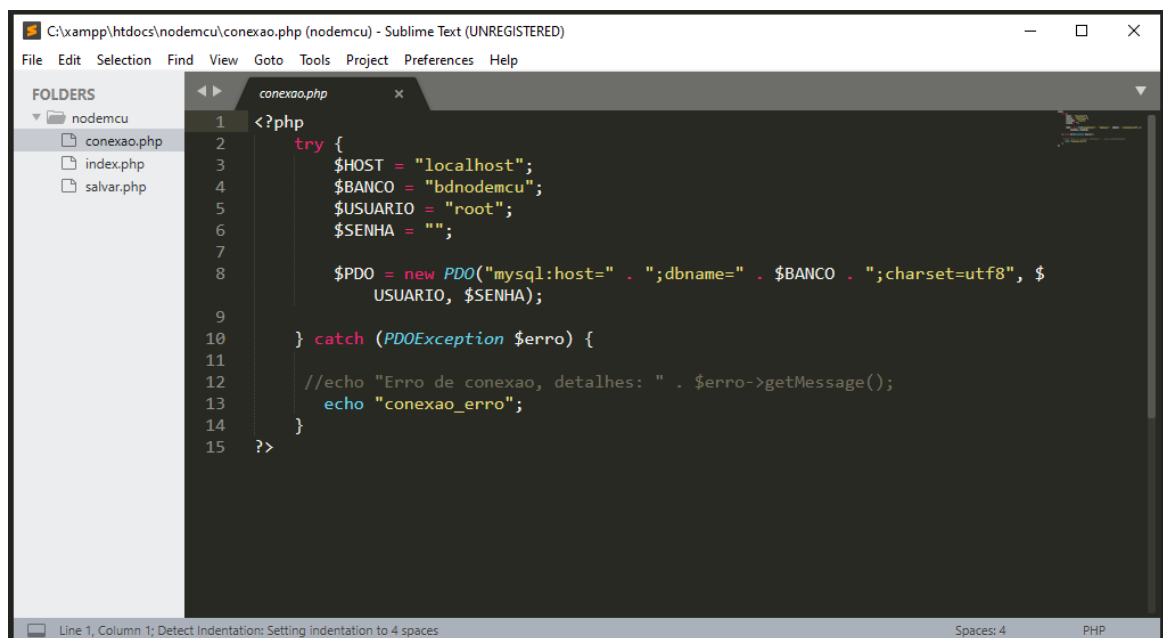
Fonte: Autor, 2021

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rotinas em PHP que realizam a conexão e salvamento com o banco de dados

A Figura 17, representa um trecho de código desenvolvido em PHP, responsável por estabelecer a conexão entre *Web Server*, placa WIFI e o banco de dados. A Figura 18, mostra um segundo trecho de código, que realiza o salvamento dos dados no banco e também verifica se os dados foram salvos corretamente. O código foi desenvolvido com o editor *Sublime Text* 3.

Figura 17 - Rotina de conexão com o banco de dados



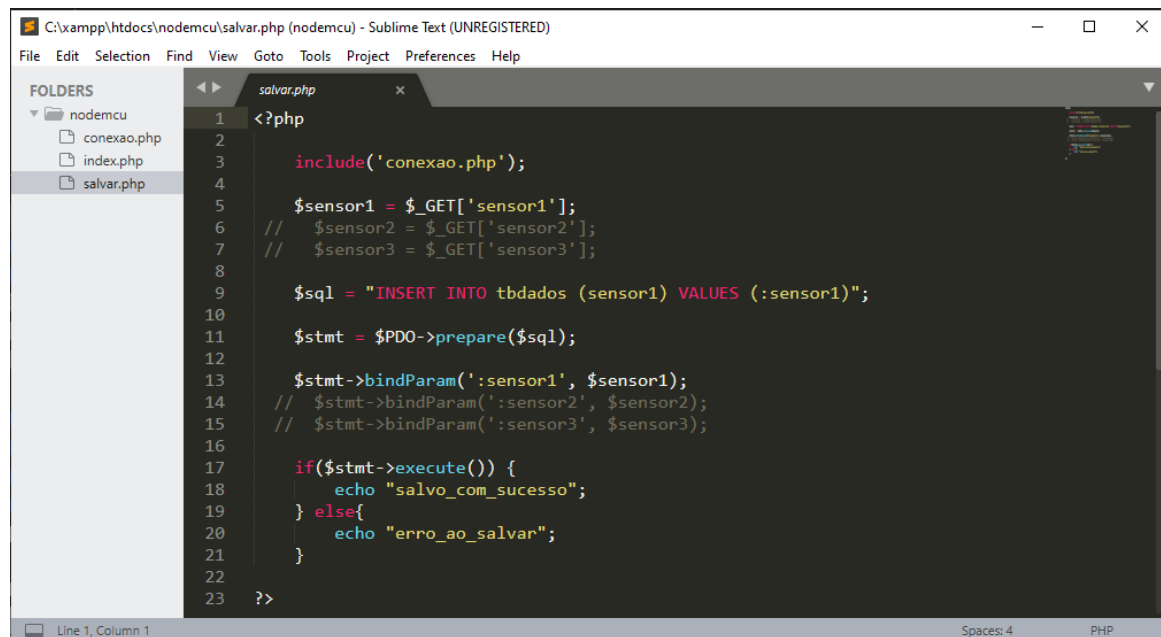
```
C:\xampp\htdocs\nodemcu\conexao.php (nodemcu) - Sublime Text (UNREGISTERED)
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help

FOLDERS
└─ nodemcu
   ├── conexao.php
   ├── index.php
   └── salvar.php

1 <?php
2     try {
3         $HOST = "localhost";
4         $BANCO = "bdnodemcu";
5         $USUARIO = "root";
6         $SENHA = "";
7
8         $PDO = new PDO("mysql:host=" . $HOST . ";dbname=" . $BANCO . ";charset=utf8", $
          USUARIO, $SENHA);
9
10    } catch (PDOException $erro) {
11
12        //echo "Erro de conexao, detalhes: " . $erro->getMessage();
13        echo "conexao_erro";
14    }
15    ?>
```

Fonte: Autores, 2021.

Figura 18 - Rotina de salvamento no banco de dados



```

1 <?php
2
3     include('conexao.php');
4
5     $sensor1 = $_GET['sensor1'];
6     // $sensor2 = $_GET['sensor2'];
7     // $sensor3 = $_GET['sensor3'];
8
9     $sql = "INSERT INTO tbdados (sensor1) VALUES (:sensor1)";
10
11     $stmt = $PDO->prepare($sql);
12
13     $stmt->bindParam(':sensor1', $sensor1);
14     // $stmt->bindParam(':sensor2', $sensor2);
15     // $stmt->bindParam(':sensor3', $sensor3);
16
17     if($stmt->execute()) {
18         echo "salvo_com_sucesso";
19     } else{
20         echo "erro_ao_salvar";
21     }
22
23     ?>

```

Fonte: Autores, 2021.

5.2 Suporte e proteção para o sensor ultrassônico

A Figura 19, mostra o sensor ultrassônico encapsulado em um suporte confeccionado com uma barra de alumínio, desenvolvido para facilitar a instalação do sensor na caixa de água para aplicação do sistema. O formato do suporte atende perfeitamente as características particulares do reservatório em questão. Uma caixa para acomodar e proteger o sensor, foi confeccionada utilizando chapas de poliestireno.

Figura 19 - Suporte e proteção contra umidade

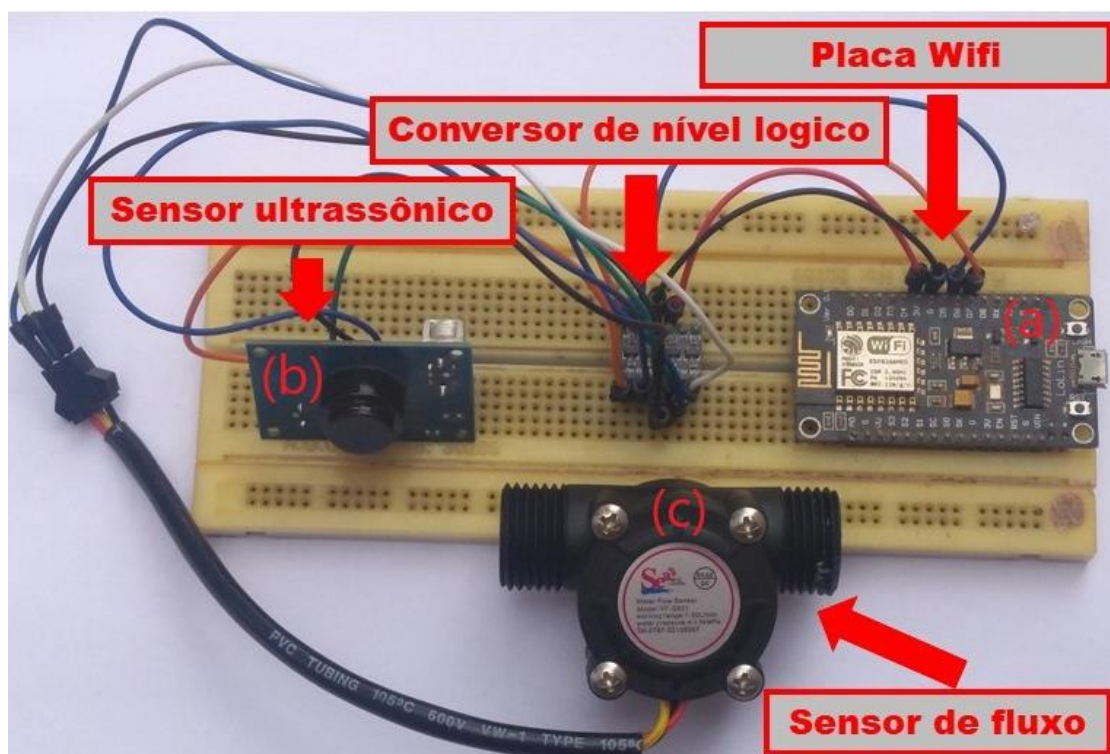


Fonte: Autores, 2021.

5.3 Sistema para testes e desenvolvimento do *firmware* e esquema de comunicação

A Figura 20, traz a visão do sistema utilizado para realizar testes de conexão, ajustes e desenvolvimento da pesquisa. O sistema para teste foi montado em uma *protoboard*, uma ferramenta de prototipagem que facilita o uso de componentes eletrônicos em diversos projetos de eletrônica. O uso do sistema na protoboard foi, fundamental pois, permitiu simular o uso dos sensores, possibilitando assim que o *firmware* para a placa WIFI, fosse desenvolvido passo a passo, o que permite de forma rápida realizar correções pontuais referentes à programação. Deste modo, o sistema utilizado atingiu todos os requisitos para realização dos testes para o sistema desenvolvido, demonstrando que a conexão via rede local é viável. Por fim, foi desenvolvido um programa para computador, utilizando o ambiente de desenvolvimento Delphi, em sua versão gratuita, onde são apresentados os dados das leituras dos sensores e onde ficará alguns recursos importantes para a pesquisa em questão. Dentre estes recursos estão: o perfil de consumo de água do local de estudo, o acompanhamento do nível das caixas de água em tempo integral, a possibilidade de identificar possíveis vazamentos e a geração de relatórios com todos os registros do banco de dados com data e hora em que foram salvos.

Figura 20 - Sistema utilizado para testes e desenvolvimento do *firmware*.

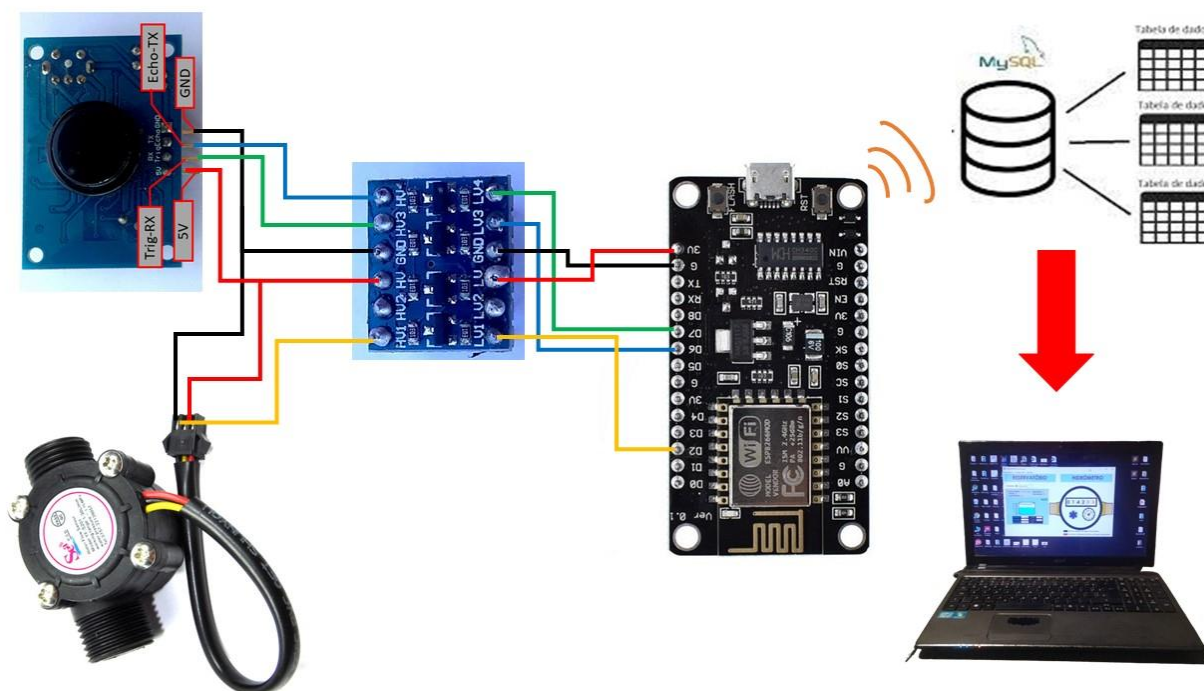


Fonte: Autores, 2021

A Figura 21, ilustra o esquema de funcionamento atual do sistema de monitoramento, desenvolvido. A placa WIFI (a), realiza a leitura dos sensores (b) e (c), e atuando como uma

Web Server, envia os dados via rede local, para uma página web desenvolvida em PHP que executa rotinas de conexão e salvamento no banco de dados. Em uma última etapa os dados coletados são apresentados em um programa de computador desenvolvido em linguagem Delphi.

Figura 21 – Esquema simplificado de comunicação do sistema de monitoramento

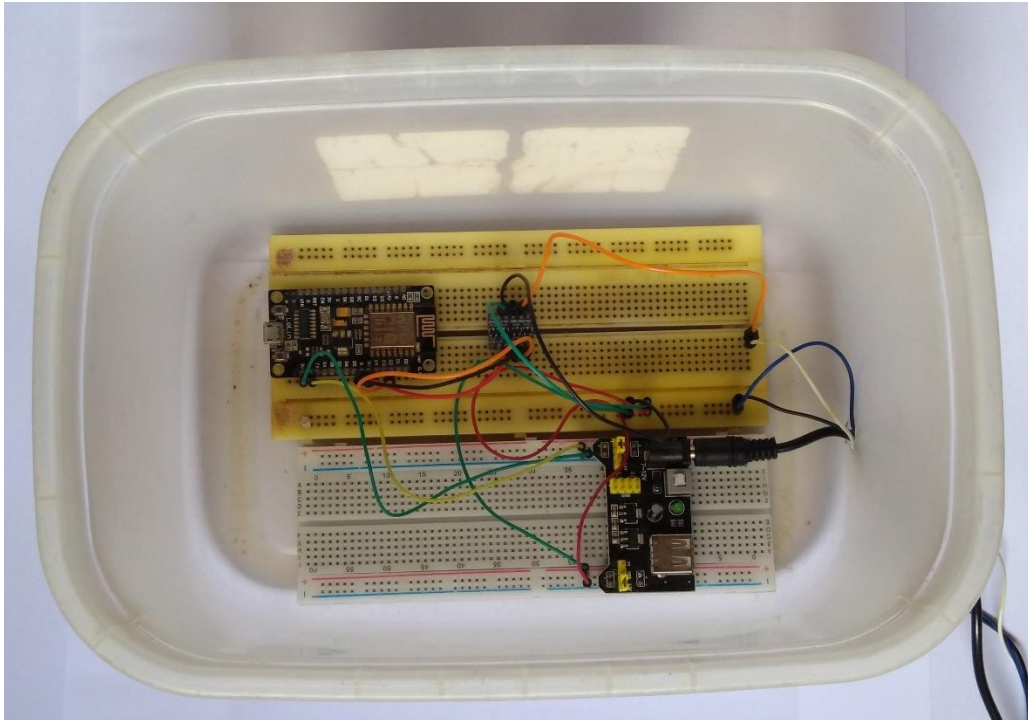


Fonte: Autores, 2021.

5.4 Aplicação e resultados obtidos para o sistema desenvolvido

O sistema de monitoramento desenvolvido na presente pesquisa, foi instalado em uma residência para uma aplicação prática, onde residem dois adultos e uma criança de 6 anos de idade. A casa dispõe de uma caixa d'água com capacidade de $0,5 \text{ m}^3$ que é o único reservatório da casa. Para o estudo de consumo o sistema foi instalado em 15/08/2021 e permaneceu até 28/08/2021, desta forma o monitoramento se estendeu por duas semanas. A cada 3 minutos a leitura de consumo era armazenada em uma tabela SQL, que resultou em um arquivo com 6.480 registros que posteriormente, foi exportada em formato de planilha Excel para facilitar a análise dos dados coletados. As Figuras 22 e 23 abaixo trazem o sistema remoto que foi instalado na residência para estudo de consumo de água.

Figura 22 – Sistema remoto instalado na residência para monitoramento.



Fonte: Autores, 2021.

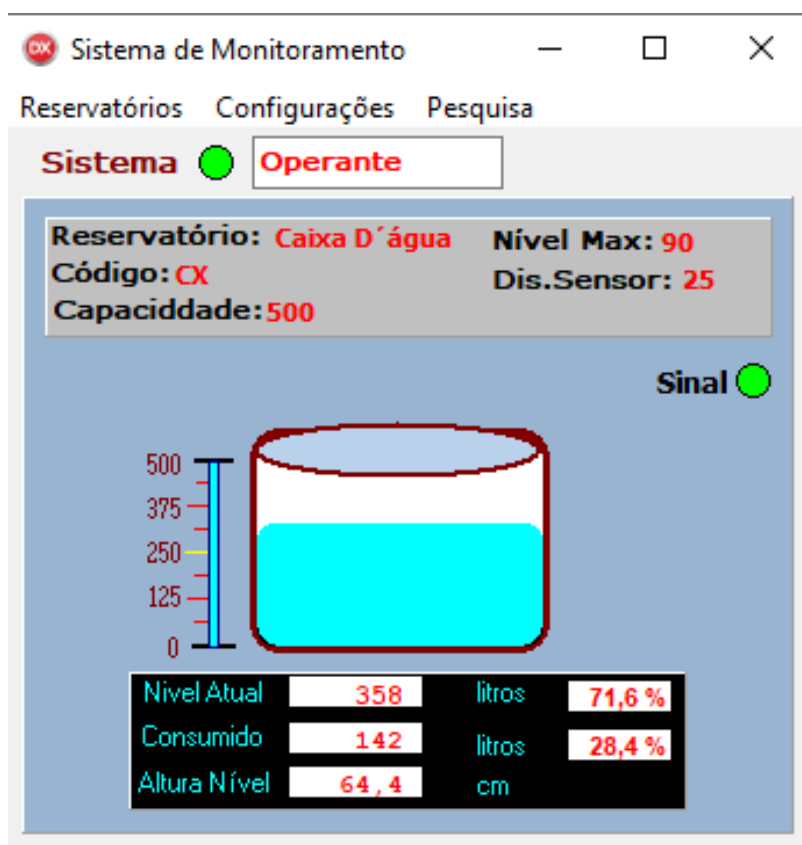
Figura 23- Visão externa da caixa de proteção do sistema remoto.



Fonte: Autores, 2021.

A Figura 24, ilustra a interface virtual, que mostra as informações relevantes sobre o reservatório, como pode ser observado. Essa aplicação foi desenvolvida inteiramente no ambiente de desenvolvimento da embarcadero/delphi10 em sua versão gratuita disponibilizada em seu site oficial, que não implica na compra de licença para sua utilização. Esta aplicação é um programa executável para computador que roda em qualquer outra máquina, sem necessitar que o ambiente de desenvolvimento esteja também instalado, necessitando apenas que o arquivo seja colocado na pasta raiz do computador desta forma o programa pode ser utilizado em qualquer outro dispositivo. Essa interface ainda permite acesso a alguns recursos, como a aba pesquisa que permiti filtrar as leituras de consumo por período entre datas por exemplo. Também é possível gerar um relatório em formato PDF, com todos os dados que foram coletados e armazenados no banco de dados.

Figura 24 – Programa responsável por apresentar o nível do reservatório



Fonte: Autores,2021.

Além da representação virtual do reservatório Figura 24, um hidrômetro virtual Figura 25, também foi desenvolvido e também faz parte da tela inicial da aplicação. Nele é possível visualizar o consumo de água em metros cúbicos, utilizando as informações fornecidas pelas

leituras do sensor de fluxo. Como já citado é possível simular um hidrômetro uma vez que os dois possuem mecanismos de funcionamento bem semelhantes.

Figura 25 - Hidrômetro virtual desenvolvido em linguagem Delphi10.



Fonte: Autores, 2021.

Para o monitoramento de consumo na residência citada acima, o dia foi dividido em quatro ciclos sendo eles das 23:00 h de um dia até as 5:30 h do dia seguinte correspondendo ao ciclo da madrugada; entre as 5:30 h até 12:00 h, o ciclo da manhã; das 12:00 h até 18:00 h, o ciclo da tarde; e entre as 18:00 h e 23:00 h, fechando o ciclo da noite. Essa divisão do dia em ciclos teve como objetivo analisar a variação do consumo de água ao longo do dia, possibilitando, assim, relacionar o consumo com a rotina das pessoas presentes na residência. Com esta metodologia também pode-se descobrir possíveis vazamentos caso existam, já que no período da madrugada espera-se um consumo baixo ou mesmo inexistente, uma vez que o nível de atividade é reduzido.

Na primeira semana de monitoramento, registrou-se um consumo total de 1.484,01 litros de água. Na Tabela 1 abaixo, pode-se observar como este consumo se deu ao longo da semana. Um detalhe que chamou atenção foi o consumo durante o período da madrugada, mais que não indica vazamentos, pois se deve ao fato dos moradores do local de estudo, possuírem o hábito

de acordo as 4:30 da manhã, para realizarem algumas atividades antes de saírem para seus respectivos locais de trabalho. Pode-se também notar uma certa tendência de consumo, pois o período da manhã em geral se gasta menos água do que o período da tarde, uma vez que pela manhã o número de pessoas que se encontram em casa é menor. O dia que registrou maior consumo foi a segunda-feira no período da tarde, justificado pelo uso da máquina de lavar roupas neste dia. É possível observar também que a partir da sexta feira o consumo tende a cair, já que normalmente a mulher e criança desta família viajam só retornando ao domingo à tarde e o marido passa pouco tempo em casa durante este período, uma vez que presta serviços de forma autônoma durante quase todos os finais de semana.

Tabela 2 – Consumo de água, em litros, referente a primeira semana de monitoramento.

Períodos	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Madrugada		70,31	11,14	10,83	14,13	2,57	0
Manhã		29,89	128,78	78,98	16,75	41,02	8,03
Tarde	45,49	372,72	244,91	138,28	179,61	8,68	31,19
Noite	8,89	12,59	14,85	1,98	10,83	1,56	0
Dia	54,38	485,51	399,68	230,07	221,32	53,83	39,22

Fonte: Autores, 2021.

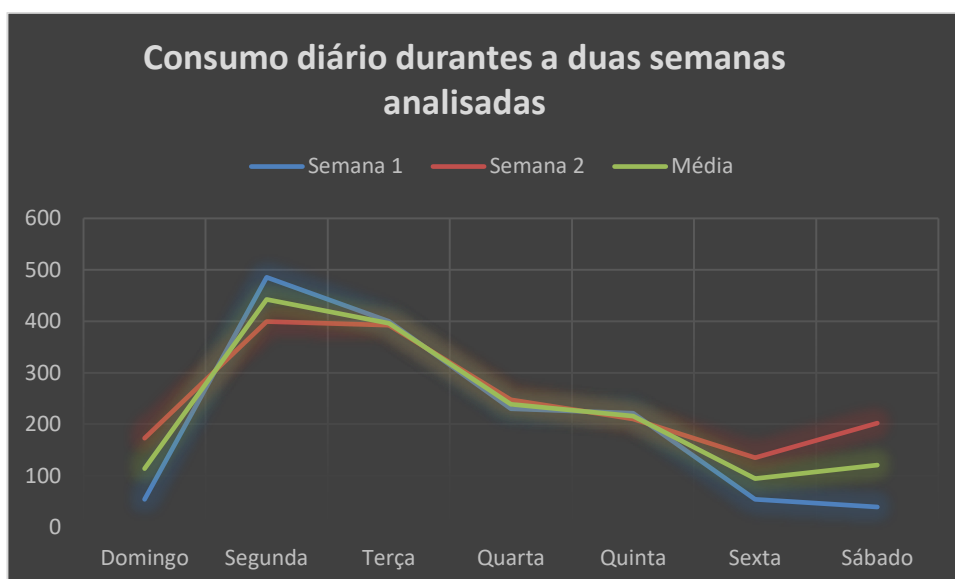
‘Para a segunda semana de monitoramento Tabela 2, o consumo total de água registrado foi de 1.759,59 litros. Os dados da segunda semana confirmam, um menor consumo durante o período da manhã em comparação com a tarde, como esperado, uma vez que a tarde concentra o maior número de pessoas em casa. A redução no consumo ao chegar ao final de semana também se repetiu. O maior consumo registrado na segunda feira a tarde, segundo os moradores foi novamente atribuído ao uso da máquina de lavar. Foram consumidos 275,58 litros de água a mais na segunda semana em comparação com a primeira. Quando questionados sobre tal diferença, os moradores informaram que na segunda semana, a irrigação de plantas teria sido realizada e a máquina de lavar acionada em duas ocasiões.

Tabela 3- Consumo de água, em litros, referente a segunda semana de monitoramento

Períodos	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Madrugada	0	45,50	62,92	21,44	14,39	4,32	0
Manhã	0	91,56	24,54	70,85	70,26	86,36	146,49
Tarde	47,40	214,85	271,77	147,98	96,35	40,27	51,45
Noite	125,40	47,62	33,36	7,32	28,95	3,98	4,26
Dia	172,80	399,53	392,59	247,59	209,95	134,93	202,20

Fonte: Autores, 2021.

Figura 26 - Perfil de consumo diário



Fonte: Autores, 2021.

Observa-se pelo gráfico da Figura 26, que o consumo semanal segue uma rotina com bastante reprodutibilidade, iniciando com um consumo alto na segunda-feira e caindo gradativamente até a sexta-feira.

Considerando o período de segunda a sexta-feira, durante as duas semanas de monitoramento, no qual todos os moradores estão presentes na residência, o consumo total de água foi de 3.016,4 litros. Isto aponta para um consumo diário médio de 251,4 litros por dia e considerando que são três moradores, o consumo per capto médio diário é de 83,8 litros. Ainda com os dados de consumo, pode-se projetar um consumo mensal de 6.487 litros.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), cada pessoa precisa de 3,3 mil litros d'água por mês (aproximadamente de 110 litros d'água por dia para atender suas necessidades de consumo e higiene).

Segundo o site da Confederação Nacional do Município (CNM), acessado em 21/09/2021: (Site do CNM 2021)

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, do Ministério das Cidades, cada brasileiro consome, em média, 154 litros de água todos os dias. O número, que a princípio pode parecer baixo, ultrapassa os 110 litros necessários, alerta a Organização das Nações Unidas (ONU).

Trabalho publicado por Fernando *et al* (2018) mostrou que na cidade de Cajazeiras, também localizada no alto sertão da Paraíba, o consumo per capita fica em torno de 150 L/pessoa/dia. Ainda neste trabalho, verificou-se que 67% das residências em área urbana, consomem menos de 10 m³ de água por mês.

Comparando os resultados de consumo deste trabalho com os resultados apresentados para a cidade de Cajazeiras, o consumo nacional e as recomendações da ONU, observa-se que na residência de estudo, o consumo fica bem abaixo da média nacional, cerca de 54% e abaixo também do consumo sugerido pela ONU, cerca de 75% do considerado ideal.

6 CONCLUSÃO

A sociedade é cada vez mais dependente dos recursos hídricos, contudo nem sempre esta prática é realizada de forma consciente, visando a maior eficiência possível. A água vem se tornando um recurso escasso, devido aos impactos ambientais, gerados pela sociedade moderna. Sendo assim, é cada vez mais importante o auxílio da tecnologia de métodos e processos mais eficientes na gestão deste recurso, como o desenvolvido neste trabalho.

Apesar de ter sido um desafio bastante audacioso, pode-se considerar que todos os objetivos deste trabalho foram alcançados com sucesso pois foi possível, dentro do curto espaço de tempo e em meio a pandemia do Corona Vírus, desenvolver toda parte de Hardware, Firmware e Software necessária ao projeto, além de fazer a aplicação prática do sistema e obter dados reais sobre o objeto da pesquisa que era de promover estudo sobre o consumo de água em uma residência no alto sertão da Paraíba. A relevância do projeto se verifica diante das condições climáticas que caracterizam esta região e diante das nefastas previsões científicas sobre o futuro da humanidade com respeito a preservação do meio ambiente e principalmente dos recursos hídricos de água potável para o consumo humano.

O teste prático do sistema demonstrou que é possível, conhecer o perfil de consumo de um determinado ambiente, e avaliar se este consumo está dentro dos parâmetros considerados normais. Pode-se ainda facilitar a identificação de desperdícios de água e mal uso, e de posse dessas informações, elaborar medidas educativas voltadas ao uso consciente da água. Os pesquisadores entendem que o sistema desenvolvido, tem muito a contribuir para um uso mais eficaz do líquido precioso, principalmente em nossa região semiárida, regularmente assolada pela seca.

REFERÊNCIAS

3WSCHOOLS. **PHP Tutorial**. Disponível em: <https://www.w3schools.com/php/default.asp>. Acesso em: 03 jun, de 2021.

3WSCHOOLS. **SQL Tutorial**. Disponível em: <https://www.w3schools.com/sql/default.asp>. Acesso em: 03 jun, de 2021.

AESOS, Organização e sistemas. **Você sabe como funciona o hidrômetro de água?**. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/funcionamento-do-hidrometro-de-agua/>. Acesso em: 02, jul de 2021.

ARDUINO.CC. **Language Reference**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/reference/en/>. Acesso em: 01, jul de 2021.

AUTO TRANSFORMADOR VARAVÉL. BloggerFilip, 10, nov e 2015. Disponível em: <https://autotransformadorvariavel.blogspot.com/2015/11/como-funciona-sensorindutivo.html>. Acesso em: 10, maio de 2021.

BENEMA, Tarifa. **Dimensionamento de hidrômetros é decisivo para racionalizar o consumo de água**. AECweb. Disponível: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/dimensionamento-de-hidrometros-e-decisivo-para-racionalizar-o-consumo-de-agua/18752>. Acesso em: 02, maio de 2021.

BORETTI, Alberto; ROSA, Lorenzo. **Reassessing the projections of the World Water Development Report**. Npjcleanwater, Published in partnership with King Fahd University of Petroleum & Minerals, p.1-6, 31 jul. 2019.

BRADÃO, I. *et al.* **Sistema inteligente para automação do consumo de água de pontos de utilização no Campus da UFCG de Campina Grande**. In: Conimas I Congresso Internacional de meio ambiente e sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido., 2019, Campina Grande -PB. Congresso, Realize.

CASSIANO, Rodrigo da Silva Mello **Sistema de Monitoramento de Consumo de Água Utilizando o Protocolo de Comunicação MQTT**. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais 2018.

COTTICA e HUGO, Anderson e Victor Laynez. **Sistema residencial de monitoramento de água baseado em tecnologia loraTM**. Trabalho de conclusão de curso. (Engenharia eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2019.

ESP8266ARDUINOCORE. **Documentação do esp8266 Arduíno Core**. Disponível em: <https://arduino-esp8266.readthedocs.io/en/latest/index.html>. Acesso em: 01, jul de 2021.

Fernando Antônio Portela da Cunha, Virginia Tomaz Machado, Pavlova Christinne Cavalcanti Lima, Joanacele Gorgonho Ribeiro Nóbrega, Luiz Carlos Machado de Souza Filho, Marcela Viana Portela de Oliveira Cunha and Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata, **PROPOSAL FOR SUSTAINABLE SANITATION FOR LOW PRECIPITATION IN**

URBAN AREAS IN THE BRAZILIAN SEMIARID, International Journal of Development Research, Vol. 08, Issue, 11, pp.24157-24160, November, 2018

FIGUEIREDO, Luislândia. **Química ambiental: aplicação de metodologia educacionais voltada ao consumo racional de água no ambiente escolar**. Fernando Antônio Portela da Cunha. 2017. 61f. (Graduação) – Curso de licenciatura plena em química, UACEN, Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras – PB. 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/5868/3/LUISL%C3%82NDIA%20VIEIRA%20DE%20FIGUEIREDO%20%20TCC%20LICENCIATURA%20EM%20QU%C3%82MICA%202017.pdf>. Acesso em: 31 AGO. 2021.

GEBERT, Matheus Straub. **Sensor de fluxo de água Arduino como usar sensor de vazão para projetos. USINAINFO eletrônica e robótica**, Chapecó-SC, 6, ago de 2019. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/sensor-de-fluxo-de-agua-arduino-como-sensor-de-vazao-para-projetos/>. Acesso em: 07, maio de 2021.

HENRIQUE, Eduardo Gomes. **Linguagem SQL, linguagem de manipulação, consulta e controle de dados**. Disciplina de banco de banco de dados – IFSP – campus Cubatão. Disponível em: <http://ehgomes.com.br/disciplinas/bdd/sql.php>. Acesso em: 01, jul de 2021.

INMETRO. **Portaria nº 295, de 29 de junho de 2018**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002515.pdf>. Acesso em: 02, jul de 2021.

LOUSADA, Ricardo. **Guia Prático do Sensor de Fluxo de Água**. Blog Eletrogate. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-de-fluxo-de-agua/>. Acesso em: 05, maio de 2021.

MORAIS, José. **O que é esp8266-A família ESP e o NodeMCU**. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-esp8266-nodemcu/>. Acesso em: 15 jun. de 2021.

MURTA, José Gustavo Abreu. **NodeMCU – ESP12: Guia completo – Introdução (Parte 1)**. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/nodemcu-esp12-introducao-1/>. Acesso em: 15, maio. de 2021.

Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/equipamento-reduz-consumo-de-água-em-escolasestaduais>. Acesso em: 26, jun. de 2021.

Site da CNM: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiro-consome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu>. Acessado em 21/09/2021.

STRAUB, Matheus Gebert. **Projeto Sensor Ultrassônico HCSR04 Arduino**. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>. Acesso em: 21 jun. de 2021.

AUGUSTO, Otávio. **Há 12 anos em obras, transposição do São Francisco custará mais 1,4 bi**. Metrôpoles, 2019. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/ha-12-anos-em-obras-governo-gastara-mais-r-14-bi-na-transposicao-do-sao-francisco>. Acesso em: 26, jun. de 2021.

WAGNER, Felipe. **Como fazer a leitura do Hidrômetro**. RW engenharia. Disponível em: <https://www.rwengenharia.eng.br/como-fazer-a-leitura-do-hidrometro/>. Acesso em: 02, maio de 2021.

Datasheet. **Sensor de fluxo vazão de Água 1/2" YF-S201**. Disponível em: <https://www.msseletronica.com.br/detalhes/sensor-de-fluxo-ACigo-exemplo-arduino-queima-de-estoque-pid988.html>. Acesso em: 03 de jun 2021.

BRANCO, Emerson; ROYER, Marcia; BRANCO, Alessandra. A abordagem da educação ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. **Nuances: estudos sobre Educação**, São Paulo. V. 29, n. 1, p.185-203, Jan./Abr., 2018.

LINS, N. da S.; TRINDADE JÚNIOR, O. C. da; NASCIMENTO, A. G. do. Educação Ambiental na introdução à química no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 220–239, 2021. DOI: 10.34024/revbea.2021.v16.10934.<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10934>. Acesso em: 18 out. 2021.

MARCHIORATO, Henderson. Educação ambiental: a tecnologia a favor da natureza. *Kínesis - Revista de estudos dos pós-graduandos em filosofia*. São Paulo. Vol. X, nº 23 (Edição Especial), Jun., 2018.

BRASIL, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Regula sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 10 Ago. 2021.

BRASIL, Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999. Regula sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 10 Ago. 2021.

ANEXOS

Firmware desenvolvido para a placa WIFI.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial mySerial(12, 13); // RX, TX

const char* ssid    = "Irinaldo@ADLLINK";
const char* password = "52013131";

const char* host = "10.1.1.180";
//const char* streamId = ".....";
//const char* privateKey = ".....";

//float sensor2 = 60;
//float sensor3 = 70;

float media = 0;
float sensor1;
float sensor2;
float Consumo_Litros = 0;
float Acumulado_m3 = 0;
float metrocubico = 0;
float contaagua = 0;
int rec1, rec2;
int cont = 0;
String byte1, byte2;
String texto;
char character;
String mont;
float Valor_Fatura = 0;
float Litros_Totais_Consumidos = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
}

void loop()
{
  if(mySerial.available() > 0) {
    rec1 = mySerial.read();
    cont ++;
  }
}
```

```

if(cont == 1)
{
    byte1 = rec1;
    Serial.print(byte1);
}
if(cont == 2)
{
    byte2 = rec1;
    if(rec1 <= 9)
    {
        Serial.println(byte2);
        Serial.println("Bite dois antes de converter para float");
        mont = byte1+"."+0+byte2;
        Serial.println("Bite dois depois do ajuste e convertidon para float ");
        Serial.println(mont);
        Consumo_Litros = mont.toFloat();
        Acumulado_m3 = Acumulado_m3 + Consumo_Litros/1000;
        // String sAcumulado_m3 = String( Acumulado_m3,3);
        Serial.println(Consumo_Litros);
        Litros_Totais_Consumidos = Litros_Totais_Consumidos + Consumo_Litros;
        Valor_Fatura = Acumulado_m3 * 3.68;
        // Serial.println(sAcumulado_m3);
        //float soma = Consumo_Litros + 1;
        // Serial.println(soma);
        enviar();
        cont = 0;
    }
    else{
        Serial.println(byte2);
        Serial.println("Bite dois antes de converter para float");
        mont = byte1+"."+byte2;
        Serial.println(mont);
        Consumo_Litros = mont.toFloat();
        Acumulado_m3 = Acumulado_m3 + Consumo_Litros/1000;
        // String sAcumulado_m3 = String( Acumulado_m3,3);
        Serial.println(Consumo_Litros);
        Litros_Totais_Consumidos = Litros_Totais_Consumidos + Consumo_Litros;
        Valor_Fatura = Acumulado_m3 * 3.68;
        // Serial.println(sAcumulado_m3);
        //float soma = Consumo_Litros + 1;
        // Serial.println(soma);
        enviar();
        cont = 0;
    }
}
}
}

void enviar()
{

```

```

Serial.println();
Serial.println();
Serial.println("conectando com ");
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.println(".");
}

Serial.println("");
Serial.println("WiFi Conectado");
Serial.println("Endereço IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
Serial.println("conectando com ");
Serial.println(host);

WiFiClient client;
const int httpPort = 80;
if (!client.connect(host, httpPort)) {
    Serial.println("falha na conexao");
    return;
}

String url = "/nodemcu/salvar.php?";
url += "Consumo_Litros=";
url += Consumo_Litros;
url += "&Acumulado_m3=";
url += Acumulado_m3;
url += "&Litros_Totais_Consumidos=";
url += Litros_Totais_Consumidos;
url += "&Valor_Fatura=";
url += Valor_Fatura;

Serial.print("Requisitando URL: ");
Serial.print(url);

client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
    "Host: " + host + "\r\n" +
    "Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
    if (millis() - timeout > 25000){
        Serial.println(">>> client Timeout !");
        client.stop();
        return;
    }
}

```

```

    }

}
while(client.available()){
    String line = client.readStringUntil('\r');
    //Serial.print(line);

    if(line.indexOf("salvo_com_sucesso") != -1) {
        Serial.println();
        Serial.println("uhuu, foi salvo com sucesso");

    } else if(line.indexOf("erro_ao_salvar") != -1) {
        Serial.println();
        Serial.println("Ops, ocorreu um erro");
        //digitalWrite(alarme, HIGH);
        enviar();
    }
    Consumo_Litros = 0;
}
Serial.println();
Serial.println("Conexao fechada");

delay(10000);

}

```