



aplicação água IoT

João Pedro Queiroz Gonçalves¹, Leonardo Alves Tenório¹, Rodrigo Moraes
Aparecido¹, Andre Luis de Oliveira¹

¹ Faculdade de Computação e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo, SP – Brazil

{10423811, 10238331, 10415393}@mackenzista.com.br

Abstract. *This article presents a project proposal based on Arduino and IoT to address Goal 6 of the 2030 Agenda, focused on clean water and sanitation. The initiative aims to create a water temperature system using a sensor and an actuator connected to the Arduino platform to detect measurements. The goal is to provide a low-cost, accessible, and scalable solution that promotes sustainable water resource management. The project seeks to align simple technology with global goals, contributing to access to clean water. The proposal highlights the feasibility of open technologies in tackling socio-environmental challenges, with potential impact in vulnerable areas.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma proposta de projeto baseado em Arduino e IoT para abordar o Objetivo 6 da Agenda 2030, focado em água potável e saneamento. A iniciativa visa criar uma solução de medição de temperatura em reservatório, utilizando um sensor e um atuador conectados à plataforma Arduino para detectar as medidas. O objetivo é oferecer uma solução de baixo custo, acessível e escalável, que promova a gestão sustentável dos recursos hídricos. O projeto busca alinhar tecnologia simples a metas globais, contribuindo para o acesso à água limpa. A proposta destaca a viabilidade de tecnologias abertas para enfrentar desafios socioambientais, com potencial impacto em áreas vulneráveis.*

1. Introdução

Com a massificação dos meios de transmissão sem fio e a melhoria da internet, os eletrônicos têm recebido placas de rede que, segundo Sacomano, Gonçalves e Sátyro (2018), possibilitam a comunicação entre aparelhos e a integração de múltiplas funcionalidades, abrangendo desde dispositivos focados no consumidor individual — como Amazon Alexa, smartwatches e smart TVs — até soluções para ambientes industriais e logísticos.

Inicialmente, as tecnologias M2M permitiam a comunicação direta entre máquinas por meio de redes privadas e sistemas fechados destinados ao monitoramento e controle, modelo que, embora eficiente, apresentava limitações em termos de escalabilidade e flexibilidade. Conforme apontam Slama et al. (2015), com o advento da IoT essa comunicação foi ampliada e diversificada, pois, além da interação máquina a máquina, passou a incluir a conexão com sistemas, dados em nuvem e interfaces de usuário.

Dispositivos conectados à IoT possuem a capacidade de se comunicar por via de redes abertas, como a internet, utilizando protocolos padronizados, o que, conforme Slama et al. (2015), possibilita a coleta e análise em tempo real de grandes volumes de dados. Essa capacidade viabiliza decisões mais informadas e promove uma automação avançada, resultando em maior integração e controle sobre processos e ativos. Além disso, sensores IoT monitoram as condições de operação e o desempenho das máquinas, permitindo a manutenção preditiva e evitando paradas inesperadas; na logística, essa tecnologia propicia um controle aprimorado dos estoques e uma comunicação otimizada entre os membros da cadeia produtiva.

Assim, a evolução da IoT transforma não apenas a eficiência operacional, mas também a forma como interagimos com o ambiente ao nosso redor, inovando em diversas áreas e apresentando a expectativa de aperfeiçoamentos e novas funcionalidades cada vez melhores.

1.1. Sobre o projeto

A Agenda 2030 se trata de um plano global desenvolvido na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU), com o propósito de atingir 17 meta de desenvolvimento sustentável visando enfrentar desafios globais como pobreza, desigualdade, mudança climática, degradação ambiental, paz e justiça até o ano de 2030, embora liderado pela ONU a sua implementação depende de governos, empresas, sociedade civil e indivíduos (IPEA, 2024).

Os objetivos são:

1. Erradicação da Pobreza
2. Fome Zero e Agricultura Sustentável
3. Saúde e Bem-Estar
4. Educação de Qualidade
5. Igualdade de Gênero
6. Água Potável e Saneamento
7. Energia Limpa e Acessível
8. Trabalho Decente e Crescimento Econômico
9. Indústria, Inovação e Infraestrutura
10. Redução das Desigualdades
11. Cidades e Comunidades Sustentáveis
12. Consumo e Produção Sustentáveis
13. Ação Contra a Mudança Global do Clima
14. Vida na Água
15. Vida Terrestre
16. Paz, Justiça e Instituições Eficazes
17. Parcerias para os Objetivos

O objetivo 6 é um tema de grande importância nacional, pois ainda não foi alcançada o saneamento básico universal, havendo regiões, como nordeste e norte, com grande disparidade de acesso ao saneamento universalizado, ainda contando com taxas maiores de inadequação por bactérias. A gestão de recursos hídricos como bacias hidrográficas, também necessita de melhorias tendo em vista a poluição de partes desses recursos, contudo avanços ocorreram como o novo marco legal do saneamento básico (IPEA, 2024).

Ainda nessa perspectiva, destaca-se o papel da temperatura na qualidade dos reservatórios de água, sobretudo daqueles empregados no fornecimento de água encanada, que são mais suscetíveis a variações térmicas. Segundo Oliver e Ribeiro (2014), a faixa de temperatura entre 35 °C e 40 °C configura um intervalo crítico para a proliferação de cianobactérias e bactérias patogênicas, evidenciando a necessidade de uma atenção contínua e de monitoramento rigoroso por parte das companhias.

Tendo em vista a relevância e atualidade desse tema, o artigo propõe uma solução de monitoramento de reservatórios, utilizando a plataforma Arduino e IoT para desenvolver uma solução inovadora voltada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da Agenda 2030, que trata de água potável e saneamento. A iniciativa busca controlar os recursos hídricos, de maneira a melhorar a gestão da água, integrando sensores e tecnologia de baixo custo para identificar a temperatura de reservatórios. O sistema pretende oferecer uma abordagem acessível e escalável, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos e o acesso à água limpa, alinhando-se às metas globais de forma prática e comunitária.

2. Materiais e métodos

2.1 Materiais e métodos sugeridos

Para realizar o projeto se recomenda a utilização desses componentes de hardware abaixo:

1. **Placa ESP32 WiFi + Bluetooth:** é uma plataforma de desenvolvimento popular para projetos de Internet das Coisas (IoT). Uma evolução do chip ESP8266, ela combina um microcontrolador com conectividade Wi-Fi integrada, tornando-a ideal para criar dispositivos que se comunicam pela internet. Essa placa possui várias portas de entrada/saída (GPIO), permitindo a conexão de sensores, atuadores e outros dispositivos eletrônicos. A programação pode ser realizada em Lua, mas também é amplamente suportada pela IDE Arduino, o que facilita o uso para desenvolvedores de diferentes níveis de experiência.

Placa ESP32 WiFi + Bluetooth



Figura 1 - Fonte: Amazon.

2. **Sensor de Temperatura DS18B20 à Prova D'água:** Sensor de temperatura à prova d'água, com medições precisas em ambientes úmidos e molhados, possuindo uma precisão de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, fornece medições confiáveis em uma faixa

de temperatura, entre -55°C a $+125^{\circ}\text{C}$. com apenas um único fio de interface, facilitando a montagem.

Sensor de Temperatura DS18B20 a Prova D'água



Figura 2 - Fonte: Amazon.

3. **Resistor 4.7K Ohm:** Dispositivo elétrico para transformar energia elétrica em energia térmica ou de limitar a corrente. Atua através da oposição de seu material a correntes elétricas.

Resistor 4.7K Ohm



Figura 3 - Fonte: Amazon.

4. **Resistor 220 Ohm:** Dispositivo elétrico para transformar energia elétrica em energia térmica ou de limitar a corrente. Atua através da oposição de seu material a correntes elétricas.

Resistor 220 Ohm



Figura 4 - Fonte: Amazon.

5. **Atuador Led:** Os Leds, ou Diodos Emissores de Luz (Light Emitting Diodes), são dispositivos semicondutores que convertem energia elétrica diretamente em luz visível. Eles consistem em materiais semicondutores dopados, que emitem fótons quando uma corrente elétrica os atravessa.

Atuadores Leds Vermelho 05mm



Figura 5 – Fonte: MercadoLivre.

6. **Protoboard:** Para fazer a ligação dos componentes dos circuitos eletrônicos com a definição de entrada de cada ferramenta para o seu devido e adequado funcionamento.

Protoboard

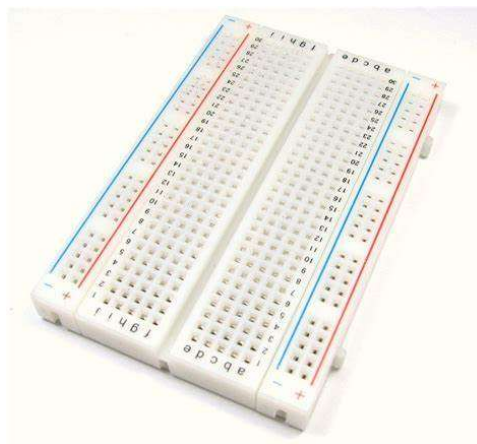


Figura 6 – Fonte: Mercado Livre.

7. **Jumper:** Para a realizar a ligação eletrônica de cada um dos componentes, do protoboard a placa ESP32, e que define as portas e entradas que serão determinadas em cada uma das ligações.

Jumper (diversos)



Figura 7 – Fonte: Makerhero.

8. **Cabo USB:** 1 cabo USB com conectares AM para Micro do tipo macho utilizados para a ligação da Placa a energia (entrada USB de um computador ou bateria externa).

Cabo USB



Figura 8 – Fonte: Amazon.

9. **Aplicativo:** Aplicativo feito com Node-Red para exibir a temperatura da água.

Aplicativo

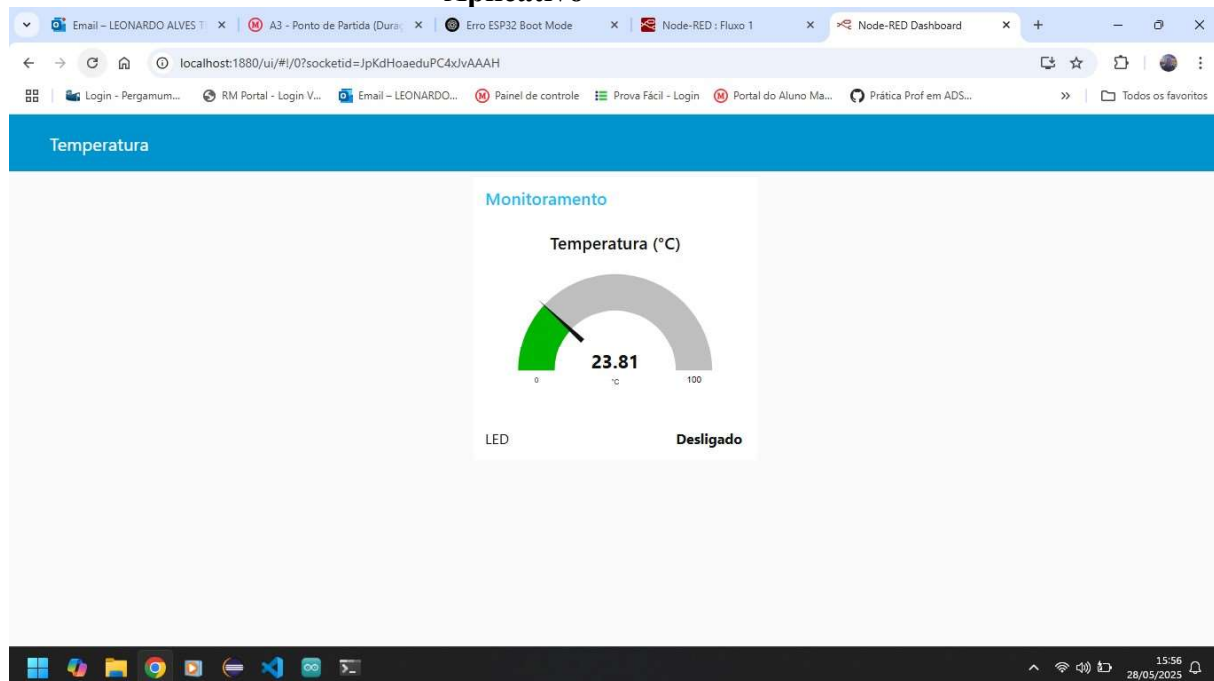


Figura 9 - Screenshot

3. Envio de comandos pela internet: Broker MQTT

Para esta automação, uma série de comandos são programados e definidos para serem enviados via internet, configurando todo o processo de atuação dos componentes. Neste projeto, o software recebe os dados da placa via broker, incluindo o sensor de temperatura, e os critérios para sua ativação. Após a configuração da instância, este projeto utilizará um software, que irá permitir definir as ações de cada componente e ajudar a monitorar remotamente as condições detectadas pelo sensor.

Para essa solução será utilizado o broker Mosquitto, funcionando como o intermediador confiável da comunicação, gerenciando o fluxo de dados através do modelo publish/subscribe. Ele recebe as mensagens publicadas pela placa, distribuindo-as para todos os dispositivos inscritos nos tópicos respectivos sem a necessidade de conexões diretas entre os emissores e os receptores. Para assegurar a integridade e confiabilidade da transmissão, o Mosquitto oferece diferentes níveis de qualidade de serviço, que podem ser ajustados conforme a criticidade dos dados. Além disso, a implementação de mecanismos de autenticação e controle de acesso reforça a segurança da rede, garantindo que apenas dispositivos autorizados participem da comunicação, o que torna a estrutura escalável e robusta para cenários complexos de rede IoT.

4. Funcionamento

Este projeto utiliza o Sensor de temperatura [figura 2], a placa ESP32 [figura 1] e uma protoboard [figura 6].

O sensor [figura 2] é responsável por detectar a temperatura da água. Ele emite um sinal digital quando identifica níveis de temperatura, esse sinal é enviado para a placa, que possui conectividade WiFi integrada que pode transmitir os dados recebidos.

Quando o sensor [figura 2] detecta a temperatura (em um determinado intervalo), o sensor envia um sinal lógico para a placa [figura 1]. A placa então processa essa informação e executa duas ações principais. Primeiro, utilizando sua capacidade de conexão à internet, envia uma notificação via WiFi da temperatura do reservatório. Em segundo, e ao mesmo tempo, envia para um atuador led vermelho [figura 5] um comando para ligar, em caso de a temperatura atingir níveis entre 35 °C até 40 °C, significando um risco de proliferação de bactérias, caso não seja tratado.

5. Modelo de Montagem

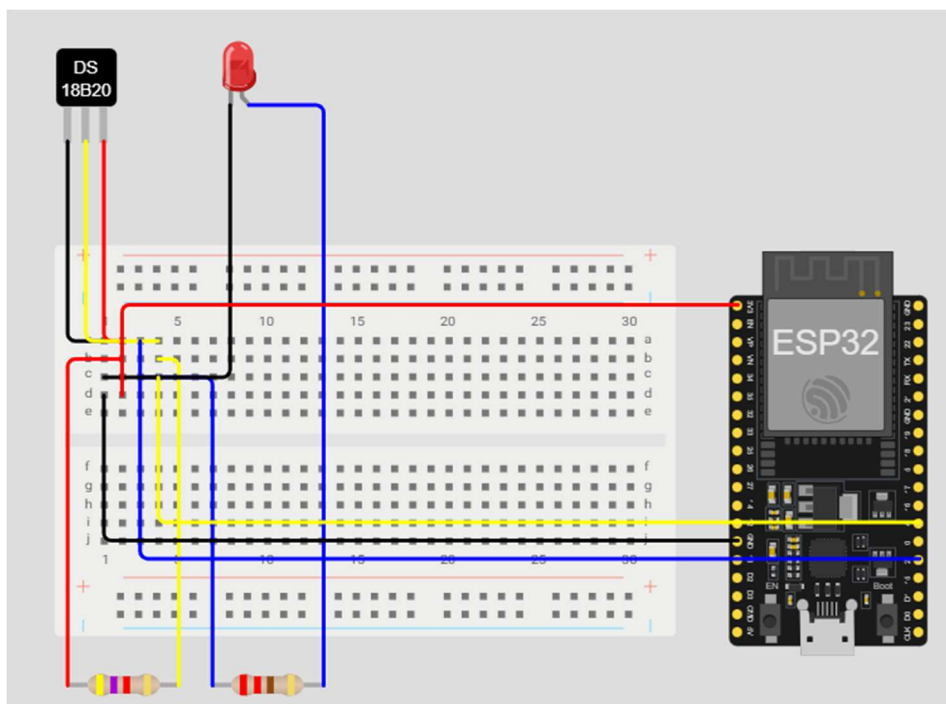


Figura 10 – Modelo de montagem

6. Resultados

O projeto obteve sucesso em realizar a sua proposta de medir a temperatura da água, acionar o led (atuador) na faixa crítica de proliferação de bactérias, com envio de dados via MQTT e a utilização da plataforma node-red para apresentar os dados. Esta solução apresenta a viabilidade de soluções abertas para a gestão sustentável da água, podendo ser escalada e utilizadas em diversos contextos com adaptações para se adequar ao uso.

6.1. Imagens

Adiante se encontram imagens do projeto:

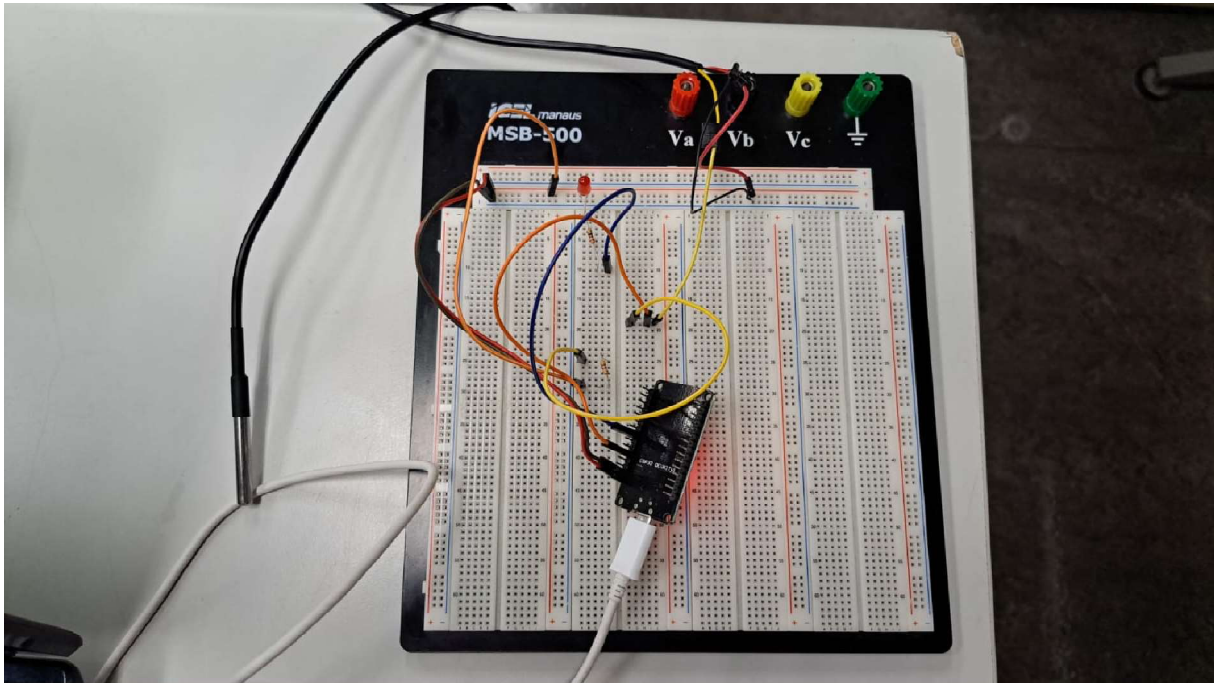


Figura 11 – placa.

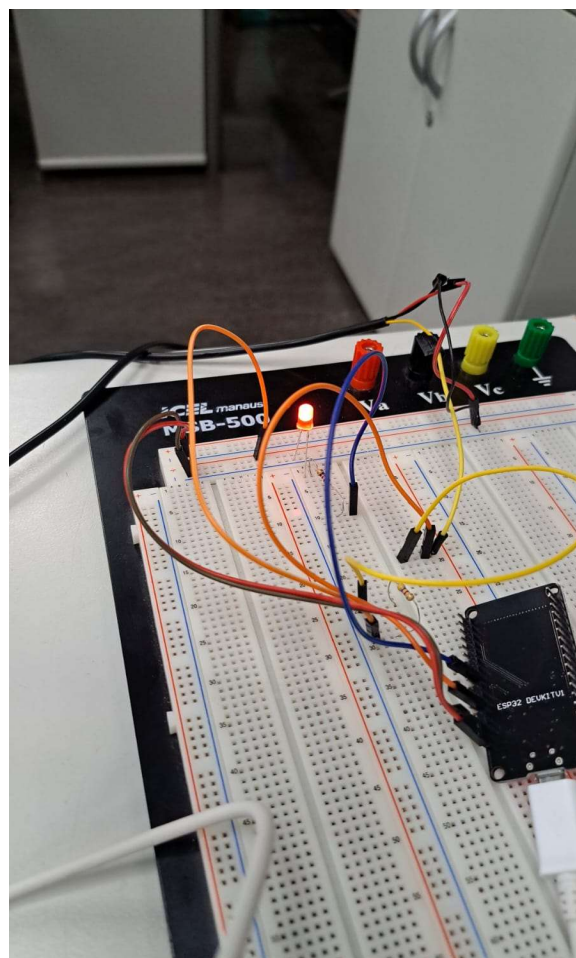


Figura 12 – atuador em funcionamento.

6.2 Gráficos

As mensurações de tempo de envio do sensor para o MQTT e para o acionamento do atuador ocorrem conforme o loop do programa, 5 segundos, o acendimento ocorre de maneira estável, mas o envio dos dados ocorre com pequenas variações, devido a necessidade de se usar a internet. Foram realizadas 4 medidas para o tempo de acionamento do atuador, tempo de envio de dados para o MQTT e as medidas de temperatura correspondentes.

Abaixo seguem os gráficos das medidas:

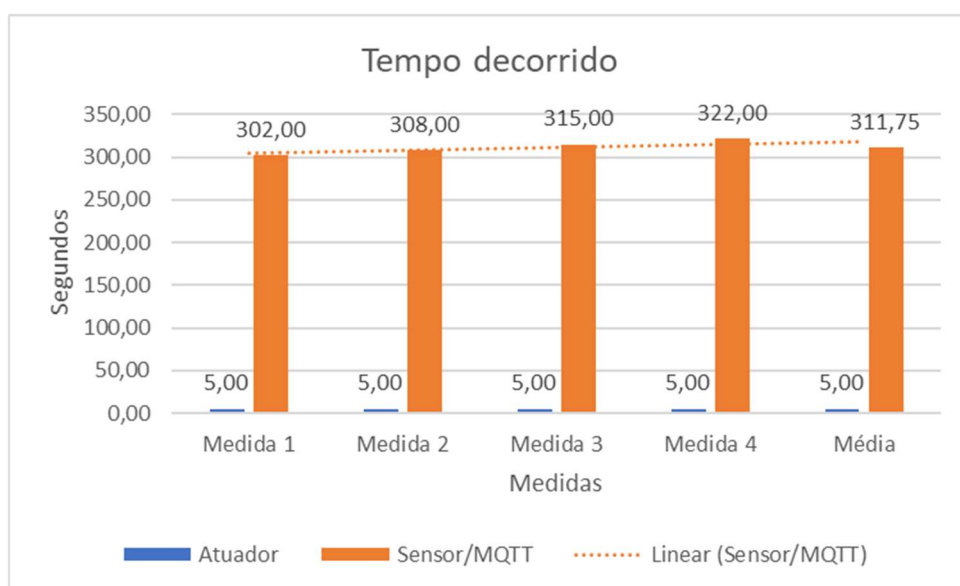


Gráfico 1 – tempo decorrido.

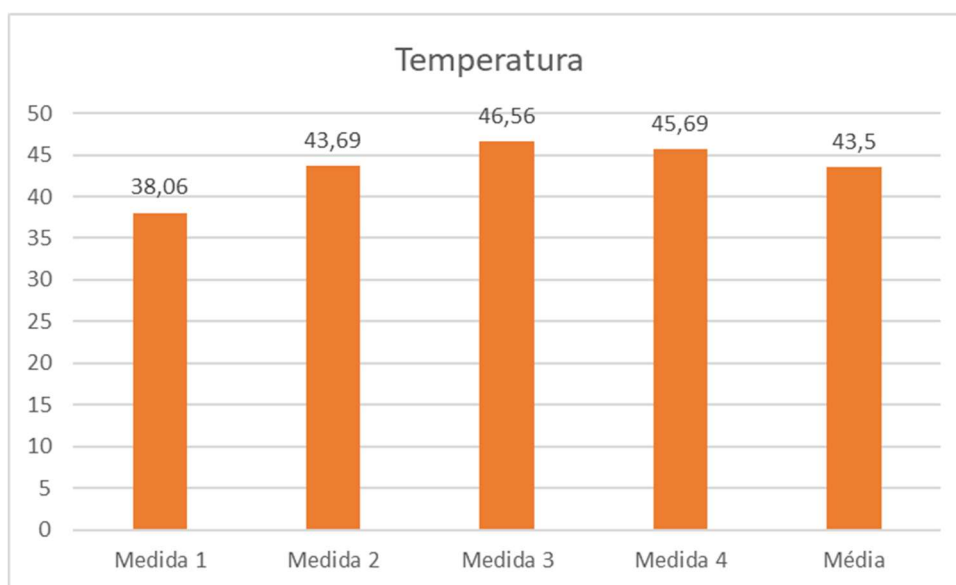


Gráfico 2 – medidas de temperatura.

O projeto obteve êxito na realização das mensurações de temperatura, acionamento de atuador e a exibição no utilizando Node-Red.

7. Conclusão

O projeto teve êxito no que se propunha, demonstrando a viabilidade de soluções de baixo custo, abertas para se conseguir atingir o objetivo 6 da agenda 2030 e gerir de maneira sustentável o uso da água, mas se trata de um protótipo, a utilização da solução em ambientes reais necessitaria de adaptações como invólucro, um sistema mais apurado e outras adaptações conforme o contexto, mas o protótipo garante a viabilidade.

Este projeto além de apresentar uma solução tecnológica é sobre criar facilitar o uso adequado da água e garantir a saúde das pessoas, de maneira em que realmente faça a diferença no dia a dia, cuidando do meio-ambiente e melhorando a qualidade de vida das pessoas. Este é um exemplo claro de como a automação e a Internet das Coisas podem ajudar a construir um futuro mais inteligente, sustentável e seguro.

8. Links

Github: <https://github.com/rodrigomoraistr/objetosinteligentes>

Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=Lj4SQ6eLEWk&feature=youtu.be>

6. Referências

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agenda 2030**: objetivos de desenvolvimento sustentável: avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil: ODS 6: assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todas e todos. Brasília: Ipea, 2024. 19 p. (Cadernos ODS, 6). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/ri2024ODS6>

SACOMANO, J. B.; GONÇALVES, R. F.; SÁTYRO, W. C. INTERNET DAS COISAS (IOT). In: SACOMANO, J. B. et al. (org.). **Indústria 4.0**. [S.l.]: Blucher, 2018. cap. 4, p. 57 – 65.

SLAMA, D. et al. **Enterprise IoT**: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services. [S.l.]: O'Reilly, 2015.

OLIVER, S. L.; RIBEIRO, H. Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. **Estudos avançados**, v. 28, n. 82, p. 95 – 128, dezembro 2014.