

PosteFeliz:

Um sistema de Monitoramento da Qualidade do Ar

Descrição do cenário

Na contemporaneidade, problemas respiratórios tornaram-se cada vez mais comuns nos cidadãos das grandes cidades. Levando isso em consideração, nós, alunos da PUC-PR, desenvolvemos um sistema com o microcontrolador ESP32, que pode ser incorporado em postes de luz, sinalleiras de tráfegos ou até em ambientes ao ar livre. Tal sistema tem a função de medir as condições do ar, como também alertar a unidade pública de saúde mais próxima, por via de um aplicativo conectado à rede, caso as condições estejam desreguladas.

A umidade relativa do ar diz respeito a um elemento climático, ou seja, a quantidade de água existente no ar na forma gasosa. Nesse sentido, segundo a Organização Mundial da Saúde, o nível ideal de umidade do ar deve estar em torno de 60% para que não seja prejudicial à saúde. Sobre isso, o clima seco afeta diretamente no bem-estar já que a baixa umidade compromete as mucosas das vias aéreas, dificultando a capacidade de filtração de partículas e dificultando a troca gasosa dos pulmões. Logo, quadros de irritação, tosse, dificuldades para respirar e até crises asmáticas são esperados neste contexto. Portanto, mecanismos de alerta com sensores de umidade fariam jus à necessidade para mitigar a problemática.

Dessa forma, os aparelhos seriam implementados em locais estratégicos da cidade, alertando a população sobre a condição do ar diariamente. Além disso, o dispositivo possui sensores de temperatura, umidade, poluição, movimento e tempo. Assim, além de indicar os índices de umidade, o “poste inteligente” disponibiliza informações sobre a condição de temperatura do ambiente; detecta a presença de pessoas ou objetos em movimento graças a captação de radiação infravermelha (IR); indica a contagem do horário em tempo real; e alerta sobre a concentração de gases poluentes, como fumaça, gás propano, butano, álcool, entre outros. Assim, medidas protetivas podem ser

adotadas previamente pela comunidade, melhorando os quadros de saúde pública.

Descrição do Projeto

O projeto "Poste Feliz" demonstra um sistema de monitoramento urbano robusto e flexível, capaz monitorar a umidade do ar e o nível de poluição em diferentes pontos da cidade, auxiliando os agentes de saúde com a coleta de dados. A escolha dos sensores e a utilização do protocolo MQTT são para garantir uma interação e implementação de postes eficientes para cidades inteligentes.

Para a implementação desse projeto foi utilizado um **Sensor de Movimento (PIR)** para detectar movimentação, assim monitorando o fluxo de pessoas em locais públicos. Do mesmo modo, é um conhecimento útil pois ao cruzar esse dado com outras informações, como a umidade do ar e a temperatura do dia, obtém-se um padrão de comportamento dos frequentadores do parque em relação às características climáticas do dia. Esse conjunto de informações auxilia os profissionais da saúde, fornecendo um informe sobre os hábitos dos cidadãos em períodos do ano críticos, como épocas de epidemias ou momento de extrema baixa umidade. Outras utilidades do sensor de movimento são: economia de energia, pois através do sensor o poste só acenderia com a presença de pessoas e o monitoramento de atividades suspeitas depois de determinados horários.

O segundo sensor utilizado foi o **DHT22**, um **sensor de umidade** que fornece leituras precisas de temperatura e umidade, monitorando assim as condições meteorológicas locais. Essas informações são importantes para a previsão e gestão de recursos, bem como para auxiliar os profissionais da saúde com dados sobre a baixa drástica da umidade do ar em determinadas regiões.

O terceiro sensor utilizado foi o **MQ-2**, que **detecta a presença de gases**. Sua implementação é importantíssima pois detecta o nível de poluição do ar e possíveis vazamentos de gases como GLP ou metano. Além disso, é um importante aliado de agentes da saúde ao detectar a qualidade do ar em

determinadas regiões da cidade, possibilitando assim a tomada de ações que auxiliem a população do local.

Por fim, a implementação do **módulo relógio de tempo real: o RTC – DS1307**, ele garante que o sistema mantenha o tempo preciso mesmo na ausência de internet. Sua função é de extrema importância para registrar a hora exata da ocorrência de eventos como o momento em que houve vazamento de gás ou o momento de maior fluxo de pessoas pelo local. Outra funcionalidade possibilitada pelo RTC é ligar/desligar as luzes em horários específicos, tirando a necessidade de ativar as luzes manualmente.

Já a principal parte do projeto é o protocolo MQTT, que recebe informações dos sensores e alertas de segurança, podendo ser acessado por qualquer dispositivo conectado à internet. Ao iniciar, o ESP32 tenta se conectar a uma rede Wi-Fi. Após estabelecer a comunicação, dois clientes MQTT são configurados: um para enviar alertas e outro para receber comandos, inscrito no tópico de controle. O sistema pode ser ligado ("on") ou desligado ("off") remotamente através de mensagens MQTT. Se algum movimento for detectado, o sistema registra a hora, a temperatura e a umidade, e envia um alerta MQTT. Além disso, se níveis elevados de gás forem detectados, um alerta MQTT também é enviado.

Descrição do dispositivo Conectado

Para realizar a comunicação com a placa de microcontroladores ESP32 pelo protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), o dispositivo A32 da Samsung foi utilizado. Através do aplicativo "MQTT Dashboard" é possível monitorar e controlar dispositivos IoT através do protocolo. A comunicação, por esse aplicativo em específico, pode ocorrer por qualquer aparelho Android.

O Broker MQTT é o sistema *backend* que coordena mensagens entre os diferentes clientes. As responsabilidades do broker são: receber e filtrar mensagens; identificar os clientes inscritos em cada mensagem; e enviar as mensagens a eles. O app atua como o cliente MQTT que pode publicar (*publish*) e se inscrever (*subscribe*) em tópicos (*topics*). Os Dispositivo IoT (nesse caso, a

esp32), também atuam como clientes MQTT enviando ou recebendo mensagens via broker.

No programa as mensagens estão sendo executadas pelas seguintes funções:

1 - *def SendMessage(Mensagem)*, para envio de mensagens;

2 - *def callback(topic,msg)*, executada através do *set_callback*, para recebimento de mensagens;

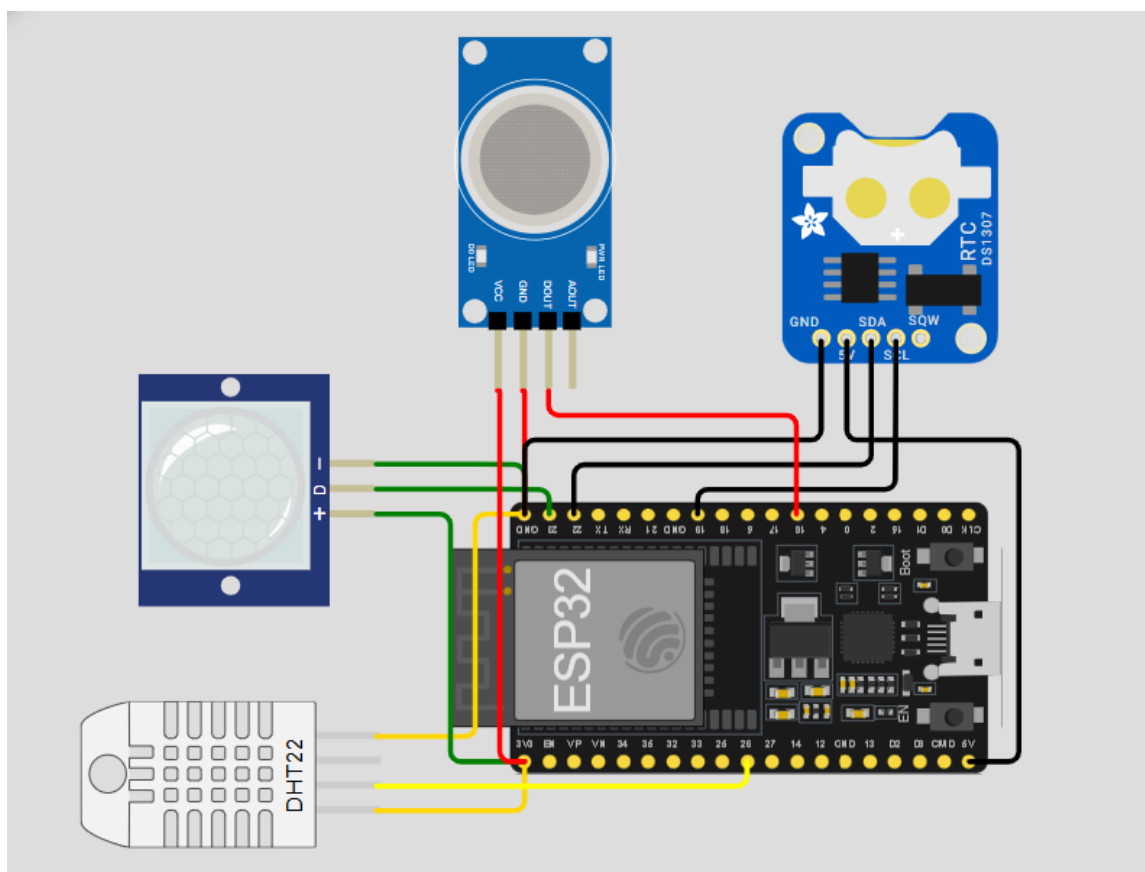
Há dois clientes, um para enviar mensagens ao tópico *PosteFelizAlert* (*client1*) e o outro para receber mensagens do tópico *PosteFelizToggle* (*client2*). O ESP32 se conecta a uma rede Wi-Fi. Usa modo "STA" (*station*), ou seja, atua como cliente que se conecta a uma rede. O *client2* se conecta ao broker *test.mosquitto.org* e se inscreve no tópico *PosteFelizToggle* e executa o comando *check_msg()* em loop até receber a mensagem desejada.

Quando uma mensagem chega, a função *call-back* é executada automaticamente. Quando houver um movimento ou gás detectado, o *client1* se conecta, envia a mensagem apropriada para o tópico de recebimento, e então se desconecta, prevenindo problemas de conexão em períodos longos sem mensagens. O Sensor de movimento envia uma mensagem ao detectar um movimento ativando assim a função *MotionInterrupt()*.

O sensor de gás detecta níveis de gás acima de **950 PPM**, enviando um sinal de *Pin Falling*, mudando seu valor para 0 e executando a função *Gas Trigger*. Desta maneira quando há movimento ou gás detectado, o *client1* é usado para enviar uma mensagem com os dados para o tópico *PosteFelizAlert*.

Em relação ao projeto, o app tem 3 "botões" configurados. Caso a mensagem recebida, seja "on" e o *Status* (variável booleana) seja **False**, o sistema é ligado, mudando a variável *Status* para **True**.

Enquanto o sistema está em funcionamento (*Status = True*), ele lê os sensores, publica alertas e verifica se há comandos MQTT chegando. Caso a mensagem recebida seja "off" e o Status seja **True** o sistema é desligado, modificando o Status para **False**. Em suma, o controle do sistema é controlado por uma variável booleana por meio do recebimento da mensagem via MQTT.



Link projeto: <https://wokwi.com/projects/433062598501545985>

Alunos participantes:

Bruno Rogério Coutinho Moretoni

Glaucia Bispo Santos de Araújo

Jaqueline da Rocha Cason

Lunna Damo Perera

Thais Akemi Umezu