

## **Construção de uma estação meteorológica modular com o uso da plataforma Arduino e protocolo de comunicação MQTT**

### **Building a modular weather station using the Arduino platform and the MQTT communication protocol**

DOI:10.34117/bjdv7n4-194

Recebimento dos originais: 08/03/2021

Aceitação para publicação: 08/04/2021

#### **Dino Douglas Rodrigues de Aguiar**

Especialista em Computação Aplicada  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)  
UESB, Campus Jequié  
Av. José Moreira Sobrinho, s/n - Jequiezinho, Jequié - BA  
E-mail: dinodouglasr@gmail.com

#### **Marcelo Alves Guimarães**

Mestre em Engenharia Elétrica  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)  
UESB, Campus Jequié  
Av. José Moreira Sobrinho, s/n - Jequiezinho, Jequié - BA  
E-mail: maguimaraes@uesb.edu.br

#### **Robson Hebraico Cipriano Maniçoba**

Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)  
UESB, Campus Jequié  
Av. José Moreira Sobrinho, s/n - Jequiezinho, Jequié - BA  
E-mail: robsonhcm@gmail.com

#### **Alex Ferreira dos Santos**

Doutor em Engenharia Elétrica  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
CETENS  
Rua Godofredo Rebello de Figueiredo Filho, nº 697, Bairro SIM  
Feira de Santana - Bahia  
E-mail: alex.ferreira@ufrb.edu.br

### **RESUMO**

Diversas atividades exigem o monitoramento de condições ambientais em tempo real, como exemplo fábricas, armazéns, câmaras frias, lavouras, dentre outras. No entanto, existem diferentes soluções ofertadas pelo mercado que possuem elevado custo, o que inviabiliza a sua ampla utilização. Este artigo aborda o desenvolvimento de uma solução de baixo custo que permitirá o monitoramento em tempo real através da Internet das Coisas.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas, Monitoramento Remoto, Protocolo MQTT.

## ABSTRACT

Several activities require the monitoring of environmental conditions in real time, such as factories, warehouses, cold storage, crops, among others. However, there are different solutions offered by the market that have high cost, which makes its wide use unfeasible. This paper discusses the development of a low-cost solution that will allow real-time monitoring through the Internet of Things.

**Keywords:** Internet of Things, Remote Monitoring, MQTT Protocol.

## 1 INTRODUÇÃO

DIANTE a globalização, pesquisadores e diversos setores das indústrias buscam novas possibilidades de interconexão de dispositivos, com o intuito de ampliar os horizontes tecnológicos e melhorar a otimização de processos. Logo, surge um novo paradigma, a Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*). Esta integra vários sensores, objetos e nós inteligentes que são capazes de se comunicar, uns com os outros, sem intervenção humana. Os objetos (coisas) funcionam de forma autônoma em conexão com outros objetos.

Com a IoT, é possível coletar, processar e analisar os dados gerados por sensores, que estão presentes em todos os objetos, e enviá-los por meio de uma rede de comunicação. O fluxo de dados gerado pela rede IoT pode ser utilizada para tomada imediata de decisão ou pode ser armazenamento de maneira persistente para uso futuro.

Para executar aplicações da IoT, várias plataformas de hardware foram desenvolvidas, tais como: Arduino, UDOO, FriendlyARM, Intel Galileo, dentre outras. Para este projeto, utiliza-se o Arduino.

O protocolo de comunicação escolhido para ser implementado no projeto foi o MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Este é baseado na arquitetura PUB/SUB (*publish/subscribe*) e projetado para ser leve, funcionar com dispositivos com restrições de poder de processamento, com pouca memória, com baixa largura de banda e alta latência de comunicação.

## 2 ARDUINO

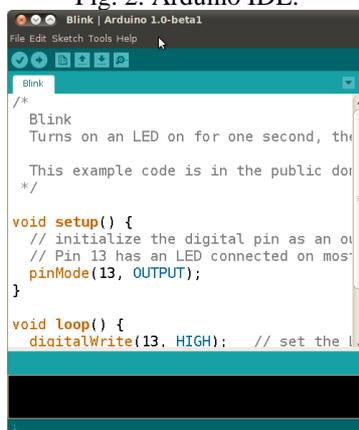
O Arduino é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes, que estejam conectados a ele externamente. Sua estrutura é dividida em Software e Hardware [5].

Para o projeto, o hardware escolhido foi composto de um processador Atmel AVR, um cristal oscilador e um regulador linear de 5 volts. A placa expõe os pinos de entrada e saída em um encaixe padrão para que se possa conectar circuitos externos que agregam novas funcionalidades (Fig. 1). A programação (Software) para a placa é realizada através da Arduino IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), que possui código fonte aberto e pode ser baixado de forma gratuita através do site oficial <https://www.arduino.cc>, a linguagem de programação utilizada a Wiring que, por sua vez, é baseada em C++ (Fig. 2).

Fig. 1. Placa Arduino Uno Rev3.



Fig. 2. Arduino IDE.



Além das ferramentas básicas de desenvolvimento inclusas no Arduino IDE, existem várias outras bibliotecas desenvolvidas pela comunidade de usuários que podem ser adicionadas ao projeto para adicionar novas funcionalidades e também facilitar a resolução de problemas comuns.

### 3 PROTOCOLO MQTT

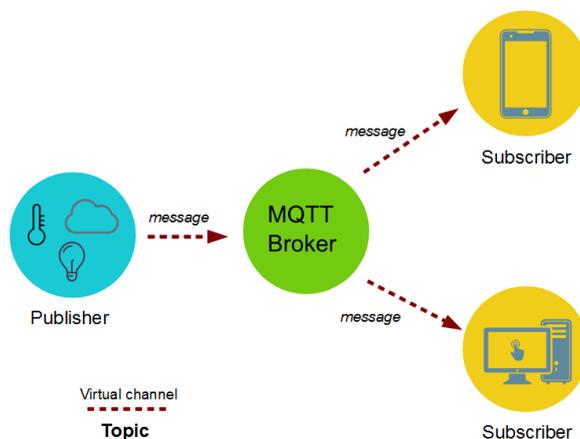
O protocolo de mensagem MQTT é baseado na arquitetura PUB/SUB

(*publish/subscribe*), projetado para ser leve e funcionar com dispositivos com restrições de poder de processamento, com pouca memória, com baixa largura de banda e alta latência de comunicação.

É importante ressaltar que este protocolo tem como base também o TCP/IP e ambos, cliente e *broker*, necessitam da pilha TCP/IP para o seu funcionamento. O MQTT está na mesma camada OSI que o HTTP, porém a maior diferença entre os dois protocolos é o tamanho do *payload*. No HTTP, o *payload* é maior, o que inviabiliza o seu uso em conexões de baixa qualidade, como GSM por exemplo 0.

O protocolo implementa o *broker* que tem a responsabilidade de intermediar a comunicação, recebendo as mensagens dos *publishers*, enfileirando e as disparando para os *subscribers* inscritos em determinado tópico. Os *publishers* por sua vez são os dispositivos que vão produzir o fluxo de dados e enviá-los a um determinado tópico do *broker*. Enquanto que os *subscribers* vão se conectar ao *broker* e se inscrever em um ou mais tópicos específicos e a partir daí receber o fluxo de dados publicados nesses tópicos (Fig. 3).

Fig. 3. Fluxo de dados do Protocolo MQTT.



#### 4 PROJETO

Este projeto consiste na utilização da plataforma de Prototipação Arduino em conjunto com o protocolo de comunicação MQTT para a criação de uma estação meteorológica portátil e modular que possa ser monitorada de forma remota.

Para isso foi utilizada uma placa de prototipação compatível com Arduino Uno Rev3, que possui 14 pinos de entrada/saída digital dos quais 6 possuem suporte a PWM (pulso com modulação) e 6 entradas analógicas.

Para conexão com a Internet foi utilizado o módulo ESP-8266 ESP-01 no modo

Standalone, que foi conectado ao Arduino via comunicação serial UART. Os sensores utilizados no projeto foram o DHT11, o BMP180, o Fotorresistor LDR e o LM35. O atuador utilizado foi o módulo OLED 128x64 de 0,96”.

Na Fig. 4a tem-se o protótipo desenhado com auxílio do software fritzing, contendo todas os componentes e ligações. Na Fig. 4b é apresentado o projeto em funcionamento. Na Fig. 5 temos o esquemático com todas a ligações realizadas no projeto.

Fig. 4. Projeto em funcionamento.

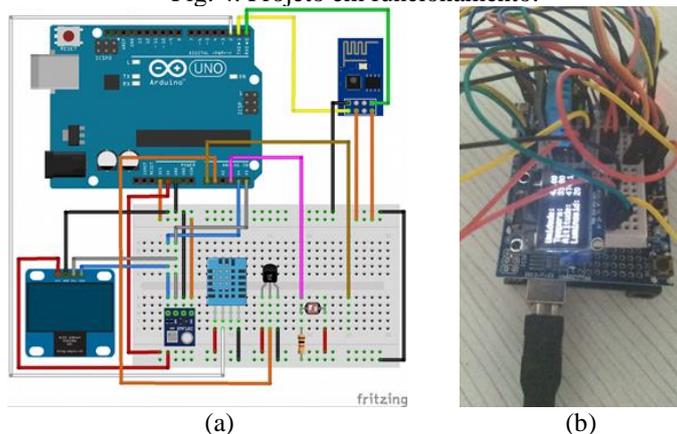
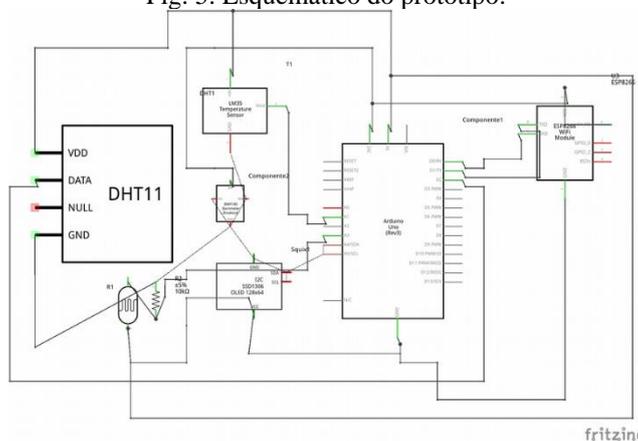


Fig. 5. Esquemático do protótipo.



## 5 SOFTWARE

O projeto foi desenvolvido em duas etapas: Programação do Arduino Uno e Programação do módulo ESP8266 ESP01. A primeira é responsável pela leitura dos dados dos sensores, e através destes, são realizados cálculos e/ou conversões de unidades de medidas. Estes dados são armazenados e posteriormente são utilizados para atualizar a informação exibida através da tela OLED. O segundo monitora o recebimento de dados através da porta serial. Assim que recebidos, trata de formatá-los, associando-os aos

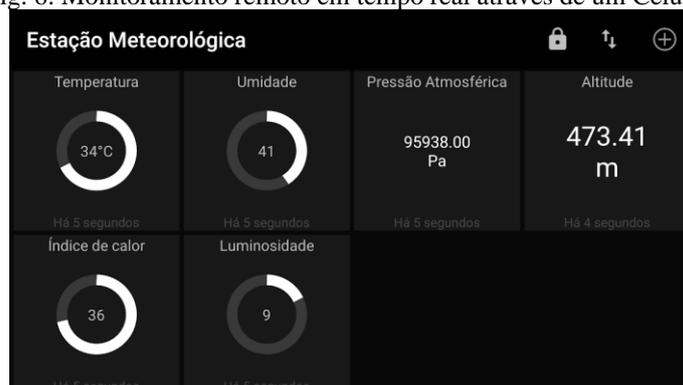
respectivos tópicos em um único *payload*. Por razões de economia de banda e eficiência, todos os tópicos e seus respectivos valores são encapsulados e enviados em uma única publicação ao *broker* MQTT.

## 6 MONITORAMENTO REMOTO

O monitoramento dos sensores pode ser realizado de forma remota através da inscrição nos tópicos publicados no *broker* MQTT, com isso abrem-se várias possibilidades de acesso, que variam desde computadores, smartphone, tablets, televisões conectadas, até o uso destes dados para a comunicação M2M, quando outros maquinas/sistemas utilizam esses dados sem que haja interferência humana.

Como prova de conceito foi realizado o teste em smartphones e em computadores, o que permitiu a leitura em tempo real das medições realizadas pela estação meteorológica (Fig. 6).

Fig. 6. Monitoramento remoto em tempo real através de um Celular.



## 7 RESULTADOS

A Fig. 7 ilustra o histórico de medições realizadas pelos sensores, com intervalo de 16 segundos entre cada uma delas. Na Fig. 8 é possível verificar a exibição do JSON fornecido pelo servidor MQTT com as leituras dos sensores.

As medições podem ser visualizadas através de qualquer navegador web através da plataforma ThingSpeak. Para esse projeto foi gerada uma página publica de visitação que pode ser acessada através do endereço <https://thingspeak.com/channels/352147>, como apresentada na Fig. 9.

Fig. 7. Histórico das medições



Fig. 8. Cliente MQTT rodando em um computador

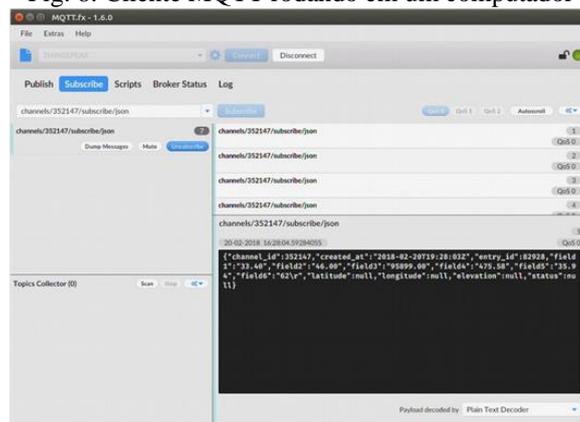
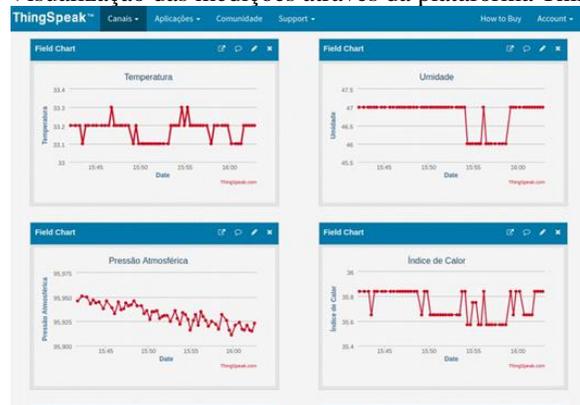


Fig. 9. Visualização das medições através da plataforma ThingSpeak



## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível apresentar a viabilidade da criação de um sistema de monitoramento de condições ambientais a um baixo custo. As tecnologias e os componentes utilizados permitem o incremento e a modularização do sistema através da retirada ou inclusão de sensores a depender da necessidade da aplicação.

O protocolo de comunicação MQTT facilita a inserção de novos sensores ao sistema, já que podemos simplesmente criar novos tópicos de acordo com a demanda de cada aplicação.

Outra vantagem da utilização desse protocolo é a grande quantidade de fornecedores de *brokers*, que na maioria dos casos fornecem planos limitados gratuitos, que apesar de possuírem restrições de uso, satisfazem a necessidade de pequenos projetos.

## REFERÊNCIAS

F. Wortmann e K. Flüchter, “Internet of things: technology and value added Bus”. *Inf. Syst. Eng.*, vol. 57, n. 3, 221-224, 2015.

M. Conti, A. Dehghantanha, K. Franke e S. Watson, “Internet of Things security and forensics: Challenges and opportunities”, *Future Generation Computer Systems*, vol. 78, p. 544–546, 2018.

Silva, C. D. N., de Lima, J. A. G., da Silva, L. G. C., Pontes, W. M. C. S., e de Paula Amorim, K. Monitoramento de variáveis ambientais usando IoT para aplicações em agrometeorologia. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 58855-58869, 2020.

Mascarenhas, A. P. F. M., Fernandes, S. M., Freitas, F. D., Calheiros, G. B., Lefrançois, G. L. G., Bahia, M. B. e Raton, V. F. B.. Desenvolvimento de produtos IOT. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 4711-4724, 2021.

L. Atzori, A. Iera e G. Morabito, “The internet of things: A survey”. *Computer networks*, vol. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.

A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari e M. Ayyash, “Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications”. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, n. 4, p. 2347-2376, 2015.

McRoberts, M. *Arduino básico*. Novatec Editora, 2018.

Vicenzi, A. *MQTT Parte 1: O que é MQTT?* 2017. Disponível em: <<https://butecoopensource.github.io/mqtt-parte-1-o-que-e-mqtt/>>. Acesso em: 16 março de 2021.