

# Utilização do Protocolo MQTT para Sistemas de IoT Voltado para Automação Residencial

Fábio Quoos Lena<sup>1</sup>, Alessandro Mainardi de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ciência da Computação – Universidade Franciscana(UFN)  
Santa Maria – RS – Brasil

fabio.q.l@hotmail.com, alessandroandre@ufn.edu.br

**Abstract.** *The following work aims to apply and present the use of the MQTT message exchange protocol, as well as its characteristics and advantages when applied in IoT systems aimed at home automation. For the validation of the proposal a smart switch was developed.*

**Resumo.** *O seguinte trabalho tem por objetivo aplicar e apresentar a utilização do protocolo de troca de mensagens MQTT, bem como suas características e vantagens quando aplicado em sistemas de IoT voltado para automação residencial. Para a validação da proposta foi desenvolvido um interruptor inteligente.*

## 1. Introdução

O conceito de automação surgiu na indústria com o objetivo de substituir a mão de obra humana por máquinas e sistemas de controle. O papel destas máquinas e sistemas era supervisionar e otimizar o controle dos processos, visando aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos. A partir dos anos 80, a automação passou a ser utilizada em prédios e residências, proporcionando diversos benefícios, tais como: segurança, conforto pessoal e uso racional de energia [Montebeller 2011].

A automação residencial pode ser definida como a aplicação da ciência e todos os elementos criados por ela, que possibilitam algum nível de automatização ou automação na residência ou escritórios comerciais. Esses sistemas podem ser simples, como controlar o ascender e apagar das luzes, até sistemas complexos capazes de interagir com diversos elementos eletroeletrônicos contidos no ambiente. Com isso surgiu o conceito de edifício inteligente, que garante a otimização de quatro conceitos básicos, estruturas, serviços, sistemas e gestão, possibilitando assim aos proprietários atingirem seus propósitos, tais como conforto, adequação, flexibilidade de instalação, valor comercial e segurança [Montebeller 2011].

Quando se fala de revolução tecnológica, a noção de Internet das Coisas, ou *Internet of Things* (IoT), é um dos assuntos mais relevantes. É um fenômeno que continua a se desenvolver e vai projetar o futuro de uma maneira totalmente inédita. E não é difícil entender o motivo disso. Suas possibilidades são inúmeras, a Internet das Coisas está transformando nossa relação com a tecnologia, mudando o modo como interage-se com o mundo e, principalmente, o modo como o mundo interage com as pessoas [Villarino 2016].

No que tange a automação, principalmente residencial, é quase impossível não considerar o "fator" IoT, isso se deve ao fato da facilidade com que se tem acesso à Internet e a praticidade que a conexão traz consigo. Tal fator fica claro principalmente no

âmbito do mercado, onde cada vez mais as empresas e desenvolvedores no geral buscam disponibilizar produtos *smarts*, os quais possuem a capacidade de se conectar à Internet, seja para trazer novas funcionalidades ou apenas comodidade no uso através dessa conexão.

### **1.1. Objetivo Geral**

Esse trabalho tem como objetivo apresentar o estudo sobre o protocolo MQTT aplicando-o em um sistema de IoT para automação residencial e colocá-lo em prática.

### **1.2. Objetivos Específicos**

O trabalho visa atingir os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar o estudo sobre o protocolo MQTT.
- Encontrar e utilizar um *broker* MQTT consistente e que atenda as necessidades do projeto.
- Garantir a sincronização do *status* do interruptor com o *broker*.
- Validar a proposta por meio da construção de um interruptor residencial inteligente.

## **2. Referencial Teórico**

Esta seção tem o propósito de apresentar a revisão bibliográfica sobre o projeto e trabalhos correlatos, afim de auxiliar na compreensão da proposta e entendimento sobre parte do que foi utilizado como base para esse desenvolvimento.

### **2.1. Revisão Bibliográfica**

A seguir serão expostos conceitos e tecnologias que foram utilizados para elaboração desse trabalho, bem como descrições sobre componentes e estruturas que fazem parte do mesmo.

#### **2.1.1. Iot**

De uma forma simples, Internet das Coisas são dispositivos com objetivos variados conectados à Internet e se comunicando entre si e com o usuário. Como se fosse um grande sistema nervoso que possibilita a troca de informações entre dois ou mais pontos. Desde um relógio ou uma geladeira, até carros, máquinas, computadores e *smartphones*, qualquer utensílio imaginável pode, teoricamente, entrar para o mundo da Internet das Coisas.

Os dispositivos interagem entre si para trazer mais conforto, produtividade, informação e praticidade em geral ao usuário, e seus usos podem abranger monitoramento de saúde, fornecimento de informação atualizadas sobre o trânsito da cidade ou o número de vagas disponíveis em um estacionamento, até recomendação de atividades, lembretes, ou simplesmente interagirem entre si executando funções mais específicas como em sistemas de automação.

## 2.1.2. Protocolo MQTT

Ao se falar em dispositivos de IoT, sabe-se que a conexão com a Internet é, obviamente, um requisito, desta forma os dispositivos podem trabalhar entre si e com serviços de *backend*. O protocolo de comunicação MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) acabou se tornando padrão para comunicações em sistemas de IoT, devido às suas qualidades perante diversos outros.

Inventado e desenvolvido inicialmente pela IBM no final dos anos 90, o MQTT foi concebido visando utilizar a infraestrutura e realizar integração com os protocolos TCP e IP e tinha como objetivo inicial vincular sensores de petróleo a satélites. Como sugere seu nome, ele é um protocolo de mensagem que suporta comunicação assíncrona entre as partes, um protocolo com essa característica é capaz de desacoplar o emissor e o receptor da mensagem tanto no espaço quanto no tempo, sendo assim escalável e altamente utilizável em situações onde não se tem um ambiente de rede confiável. No final de 2014, o MQTT se tornou oficialmente um padrão aberto e com suporte nas linguagens de programação mais populares, utilizando diversas implementações de *software* livre [Yuan 2017].

Como visto o MQTT trabalha de forma assíncrona com relação a troca de mensagens e isso, por si só, já é uma grande vantagem em relação ao HTTP por exemplo (no HTTP o cliente espera que o servidor responda), que é um protocolo bastante conhecido e adotado por grande parte dos desenvolvedores para projetos de automação e pode ser comparado por se encontrar na mesma camada OSI do MQTT, contudo o MQTT conta com mais vantagens pra esse tipo de projeto, como o bom funcionamento em redes com baixa largura de banda e alta latência, por ter sido desenvolvido justamente para contornar essas adversidades e até mesmo permite a implementação com dispositivos de *hardware* não tão robustos [Yuan 2017].

As trocas de mensagens no MQTT operam com diferentes qualidades de serviços para entrega de publicações, essa qualidade de serviço é um atributo `MqttMessage` e sua configuração é feita pelo método "`MqttMessage.setQos`". Cada uma das três qualidades de serviços possui suas características que se fundamentam na inversa proporção entre garantia de entrega e velocidade de entrega. Como está demonstrado na tabela a seguir [IBM 2018].

QoS=0	No máximo uma entrega	Envia e esquece
QoS=1	Pelo menos uma entrega	Confirmação de entrega
QoS=2	Exatamente uma entrega	Garantia de entrega

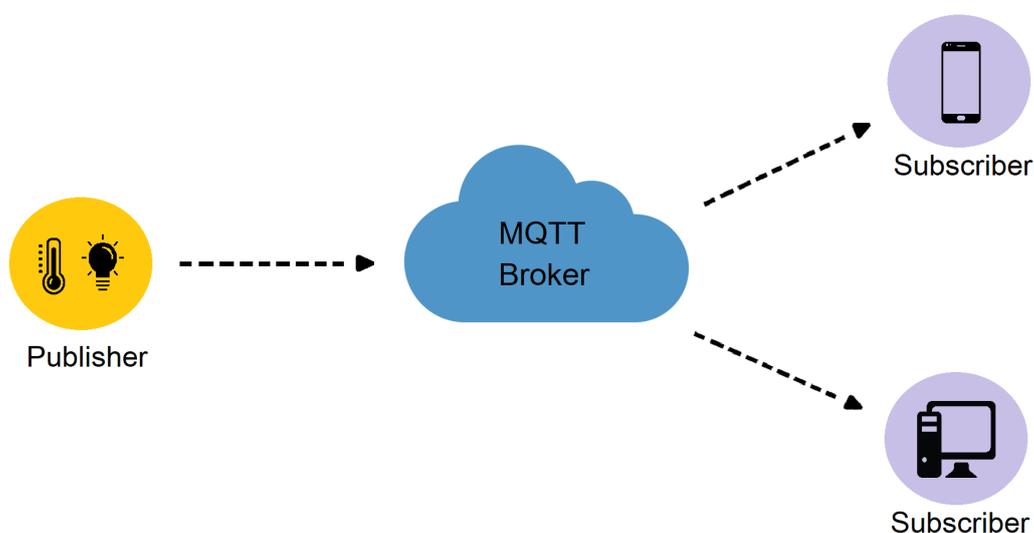
Figura 1. Tabela Qualidade de Serviços MQTT.

### 2.1.2.1 Funcionamento

A base do funcionamento do MQTT é a partir da definição de duas entidades na rede: um *broker* e diversos clientes. O *broker* é um servidor que recebe e gerencia todas as

mensagens dos clientes roteando as mesmas, ou seja, dando o destino apropriado. Um cliente é qualquer dispositivo que consiga interagir com o *broker*, desde um sensor de IoT ou um aplicativo controlador que é capaz de processar dados.

Com a estrutura definida, deve-se entender que o MQTT opera através de tópicos dentro do *broker*, onde os clientes se configuram como *publisher* ou *subscriber* (publicador ou subscritor) e, de acordo com isso, realizam operações de publicar nos tópicos ou subscrever os mesmos. Isso significa que, o cliente publica as mensagens em um determinado tópico, assim o *broker* encaminha as mensagens à todos clientes que estão assinando esse tópico. A Figura 2 representa de forma simplificada o funcionamento do protocolo.



**Figura 2. Representação Protocolo MQTT.**

### 2.1.3. Módulo ESP8266

Para a validação do projeto e como forma de controle e conexão com a Internet, foi utilizado o módulo Wi-Fi ESP8266, desenvolvido pela empresa Espressif, representado na Figura 3. O mesmo é na maioria das vezes utilizado apenas como um módulo para conexão com a Internet em projetos tendo outro dispositivo como microcontrolador do sistema, como o Arduino por exemplo. Contudo o próprio ESP8266 também tem a capacidade de atuar como um microcontrolador, com capacidades mais reduzidas, como por exemplo o número de portas limitadas, porém é perfeitamente suficiente para o atual projeto. A utilização deste módulo também se justifica para manter a proposta de baixo custo comparado com outros módulos capazes de executar a mesma função, como por exemplo o ESP32 ou o NodeMCU e por ser de tamanho diminuto, facilitando para a atual aplicação.

O ESP8266 conta com um processador de 32-bit com frequência de *clock* de até 160MHz, provendo ao módulo um consumo energético extremamente baixo. A tecnologia empregada no módulo faz com que o mesmo tenha um tamanho muito reduzido, de

alguns centímetros e ao mesmo tempo uma vida útil muito prolongada e grande resistência à temperaturas, tanto altas quanto baixas [Espressif 2017].

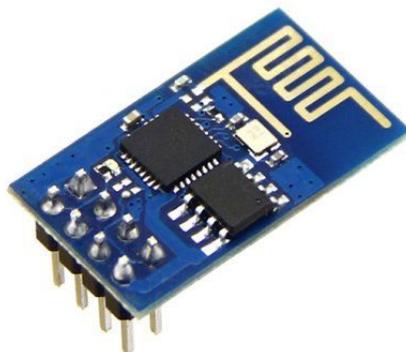


Figura 3. Módulo Wi-Fi ESP8266.

#### 2.1.4. Relé

O relé em projetos de microeletrônica, é utilizado para controlar dispositivos ligados na rede elétrica (110/220 Volts). Um relé, como visto na Figura 4, é basicamente um interruptor eletromecânico, onde uma corrente baixa aplicada a uma bobina faz com que o contato do interruptor se desloque, abrindo ou fechando um circuito elétrico. No caso do atual projeto, uma tensão de 3,3v aplicada no relé faz com que acione um interruptor conectado à dispositivos ligados à uma tensão de 110v ou 220v [dos Reis 2014].



Figura 4. Relé.

## 2.2. Trabalhos Correlatos

A seguir serão apresentados trabalhos que foram utilizados como fonte de pesquisa e de estudo, trabalhos que se relacionam com o que está sendo desenvolvido em diversos aspectos.

### 2.2.1. Automação Residencial Microcontrolado por Arduino

O projeto apresentado visou desenvolver um dispositivo de automação residencial que permitisse ao usuário controlar ambientes residenciais utilizando uma aplicação Web desenvolvida em Java Script e HTML, também utilizando Arduino como controlador junto de componentes como sensores e acionadores [Rodrigues 2014].

O trabalho de Rodrigues foi de grande auxílio, pois foi a partir deste que o pesquisador viu a necessidade e as vantagens de desenvolver um sistema em forma de módulos onde se caso houver mais de um dispositivo de automação no local, eles se conectarão apenas remotamente, o que traz consigo uma gama de vantagens na aplicação e utilização, sem a necessidade de realizar reformas na residência para instalação, por exemplo.

### 2.2.2. Sistema de Monitoramento Residencial Utilizando a Plataforma Arduino

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema autônomo de segurança residencial de baixo custo que seja confiável e eficiente fazendo a utilização de ferramentas livres, como *software* e *hardware open source*. O sistema faz a utilização de diversos sensores para controle da residência, como de presença e de pressão. Para operação e monitoramento do projeto o mesmo dispõe de acesso via Internet, com sistema Web desenvolvido na linguagem PHP e também armazenamento de informações em servidor Web [Marchesan 2012].

A Figura 5 representa a proposta do sistema, onde enumerados de um a oito encontram-se os sensores instalados em portas de janelas da residência [Marchesan 2012].

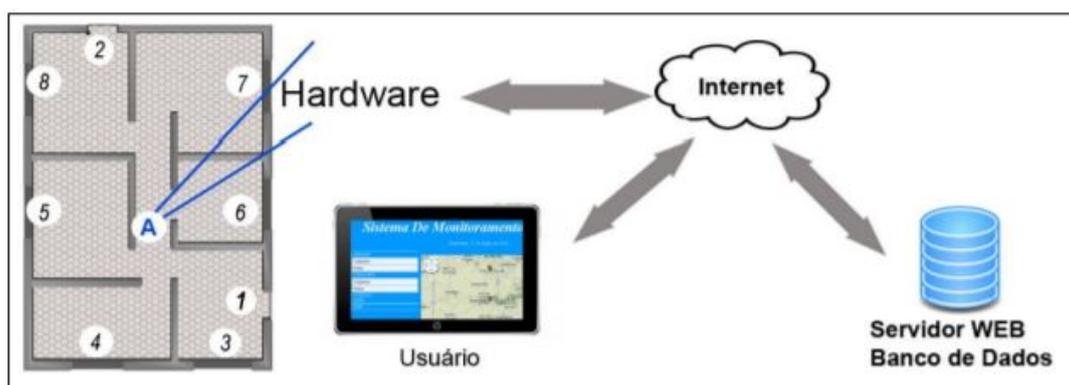
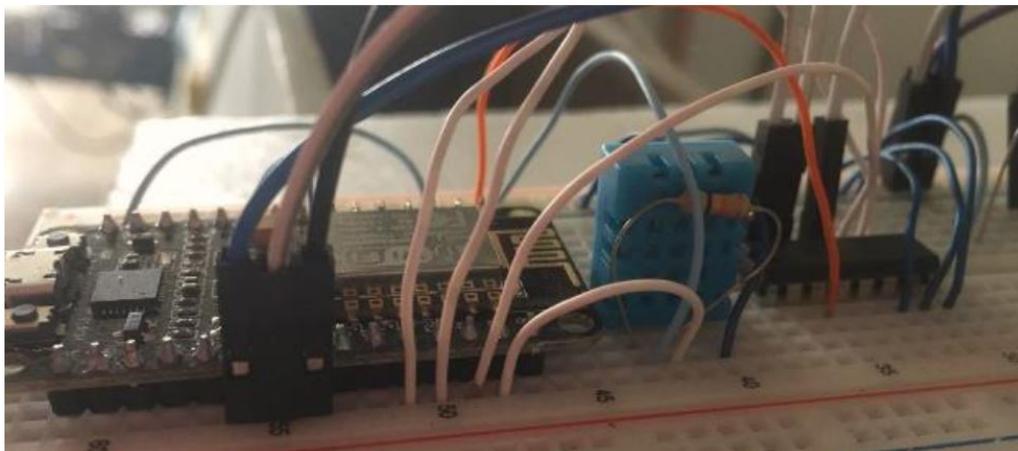


Figura 5. Projeto Proposto [Marchesan 2012].

### 2.2.3. Um Projeto de Sala de Aula Inteligente para a FAESA com o Uso da Internet das Coisas e MQTT

O artigo de dos Santos e Delfino apresenta o projeto de uma sala de aula inteligente, visando aprimorar a utilização dos seus usuários, ao realizar o controle dos equipamentos eletroeletrônicos da sala de aula e o gerenciamento dos horários de uso, para que haja um

maior aproveitamento em sala de aula entre aluno e professor. Na Figura 6 se encontra o protótipo finalizado tendo o NodeMCU como controlador do sistema.



**Figura 6. Protótipo finalizado[dos Santos and Delfino 2019].**

#### **2.2.4. Considerações sobre os Trabalhos Correlatos**

Como fica claro, os trabalhos apresentados no tópico anterior são próximos no que se refere ao objetivo de automatizar funções e equipamentos residenciais e todos envolvem também comunicação via Internet como forma de controle e/ou monitoramento dos dispositivos da rede.

Contudo a proposta desse trabalho se diferencia de todas citadas por focar na praticidade da instalação e utilização por parte do usuário, bem como em manter baixo custo para que, dessa forma, se torne passível de ser visto como um produto.

### **3. Proposta**

A automação residencial, assim como as demais tecnologias, é uma modernidade que vem se tornando cada vez mais presente nas residências, uma vez que as soluções tecnológicas disponíveis no mercado estão deixando de ser vistas como um luxo para poucos e se tornando sinônimo de conforto e segurança de uma forma mais acessível a todos os usuários interessados. Na construção civil, por exemplo, a automação tem se tornado um diferencial a ser oferecido aos clientes, permitindo que o morador possa adequar o conforto e a segurança às suas necessidades e orçamento [Ribeiro 2018].

Apesar de um grande crescimento, esta área tem muito a se desenvolver, principalmente no Brasil, que sempre foi um país um tanto quanto carente de tecnologias inovadoras, principalmente pelo seu alto custo. Justamente desse ponto que surge a necessidade de projetos que utilizem tecnologias de valor mais acessível, tornando sistemas de automação (residencial no caso) mais viáveis.

O presente trabalho foi justamente desenvolvido pensando no cidadão comum como um consumidor, que deseja adquirir meios para automatizar sua casa de maneira prática, com baixo custo e de forma funcional. Esse conceito é um pouco difícil de ser

associado à automação residencial geralmente, devido à complexidade da maioria dos projetos encontrados nessa área.

Portando, o presente trabalho propõe a construção e apresentação de um sistema para automação por meio de um interruptor inteligente, buscando a praticidade para o usuário bem como o baixo custo, por meio da utilização do protocolo MQTT, que atualmente se encontra em ascensão para projetos de Internet das Coisas e tem muito a ser explorado.

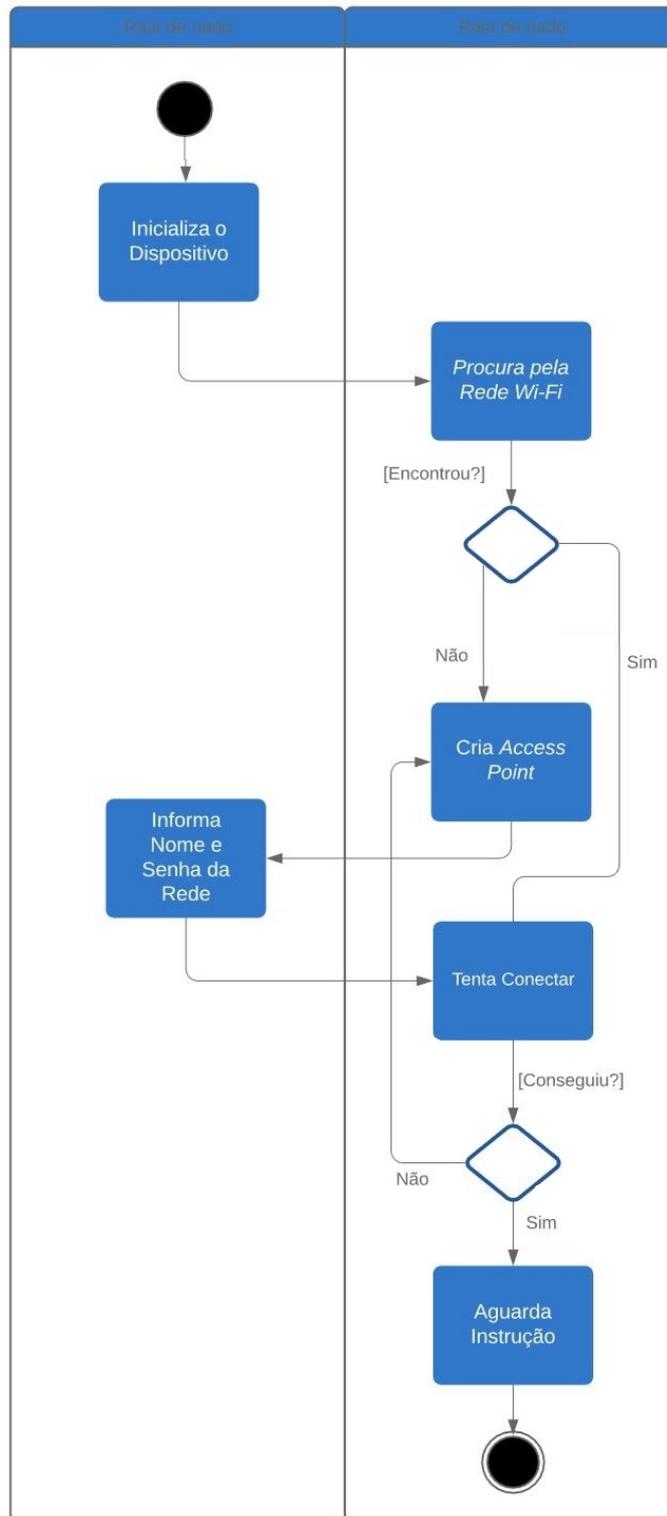
No que se refere à metodologia de desenvolvimento do projeto proposto, esta utiliza de boas práticas da FDD (Desenvolvimento Guiado por Funcionalidade), por ser consistente e atender a grande parte das necessidades do trabalho, bem como do desenvolvedor. Levou-se também em consideração para tomar como base essa metodologia o fato de possuir características que permitem adaptações conforme necessidades do projeto. Por ter como base de sua estrutura a divisão entre projeto (planejar por funcionalidades) e implementação (construir por funcionalidades), o projeto apresenta a seguir as seguintes subseções.

### **3.1. Projeto**

Os tópicos a seguir objetivam demonstrar o desenvolvimento de *software* e *hardware* referentes à proposta.

#### **3.1.1. Software**

Para elaboração da parte de *software* do sistema, tendo em vista que este baseia-se na construção de um interruptor inteligente, o mesmo conta com ferramentas como um *broker* MQTT para atuar como mediador das trocas de mensagens e uma interface para o usuário interagir com o sistema via smartphone, um aplicativo. A respeito de suas funcionalidades, o sistema permite ao usuário acompanhar instantaneamente o status do interruptor de qualquer local do mundo desde que conectado à internet. A partir da Figura 7, tem-se o diagrama de atividades representando a ideia de como o sistema opera em seu início de ciclo.



**Figura 7. Diagrama de Atividades.**

### 3.1.2. *Hardware*

Este tópico tem o intuito de expor a parte de *hardware* que foi projetada para efetivar os resultados de estudo para apresentação da proposta.

### 3.1.2.1 Microeletrônica

No que se refere à parte inicial que se define pela modelagem do *hardware* sua representação pode ser feita através do *software Fritzing*. Dessa forma, a Figura 8 ilustra de uma maneira mais didática a essência da montagem eletrônica do projeto, onde constam fonte de energia, módulo relé, o regulador de tensão AMS1117, o módulo ESP8266 e um botão representando o interruptor.

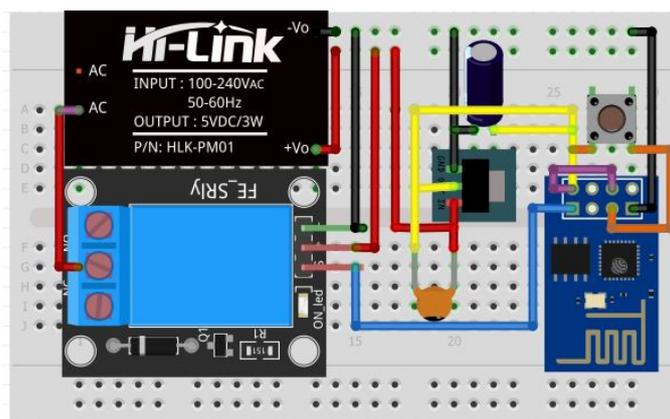


Figura 8. Esquema Eletrônico.

## 4. Implementação e Validação

Como forma de implementar o projeto e colocá-lo em prática, a melhor maneira encontrada foi o desenvolvimento de um interruptor de lâmpadas, onde dentro do mesmo é adaptado a parte eletrônica de forma que o mesmo ainda possa ser instalado e utilizado normalmente e dentro dos padrões já existentes no mercado no que se trata de medidas e proporções. Quando colocado em prática, externamente, o dispositivo funciona como um interruptor comum, contudo, também é controlado via rede Wi-Fi e opera de forma a sincronizar seu status atual com o servidor, ou seja, mesmo operando-o manualmente na residência o usuário acompanha de forma instantânea via smartphone qual a situação da lâmpada, ligada ou desligada.

A escolha de aplicar o estudo em um interruptor, se dá pelo motivo de ser um dispositivo utilizado por todo tipo de usuário no seu cotidiano, o que facilita para consolidação da proposta de desenvolver um possível produto. A seguir será apresentado como a proposta se consolidou, as implementações realizadas e os resultados atingidos com os estudos deste trabalho.

### 4.1. Software

A seguir serão apresentadas soluções implementadas e ferramentas utilizadas no que tange a questão de *software* do projeto.

#### 4.1.1. ESP8266

O ESP8266 atuará como microcontrolador do sistema e é através de alguns ajustes e importações de bibliotecas específicas e com funções de conexão Wi-Fi que é possível

programar e gravar códigos no módulo utilizando a IDE do Arduino, a qual mostrou-se uma opção muito prática e de mais fácil acesso para o desenvolvimento desse projeto. A partir disso, alguns parâmetros de configuração são gravados na memória do dispositivo, sendo definidos logo no início do código, como o endereço do broker com usuário e senha para conexão e o(s) tópico(s) de troca de mensagens por exemplo, uma vez que não se tem a intenção de trocar esses parâmetros. Esses parâmetros são salvos utilizando a memória EEPROM, a partir a biblioteca que tem o mesmo nome, essa memória retem as informações mesmo quando o ESP8266 é desligado da energia. Tais parâmetros estão expostos na Figura 9.

```
#define servidor          "m16.cloudmqtt.com" //endereço do servidor MQTT
#define servidor_porta   "11390" //porta do servidor
#define servidor_usuario "outlmssv" //usuario
#define servidor_senha   "?????" //senha
#define mqtt_topico      "tomada" //tópico
```

**Figura 9. Parâmetros do MQTT.**

O dispositivo foi programado para que quando for inicializado o mesmo tente conectar-se à rede Wi-Fi conhecida e salva anteriormente, caso não consiga conectar-se à essa rede ou ela não exista, o ESP8266 entra em modo *Access Point*, criando uma rede *wireless* com a qual, através de algum outro dispositivo com conexão Wi-Fi, o próprio *smartphone* por exemplo, é possível conectar-se a ele para fazer a configuração. Ao estabelecer conexão com o dispositivo, uma página *web* é aberta contendo a lista das redes disponíveis, dessa forma o usuário escolhe a rede informando a senha, a partir desse ponto o ESP8266 reinicia para estabelecer a conexão com a rede informada, armazenando essas informações na memória para futuramente, caso necessário, conecte-se automaticamente ao ser inicializado. Essas opções são possíveis através de configurações feitas na biblioteca *WifiManager*.

Por se tratar de um interruptor residencial, o mesmo possibilita o usuário operá-lo manualmente e, obviamente, sem a necessidade de conexão com a internet caso haja alguma falha, caso houver assim que a conexão for reestabelecida o interruptor sincroniza seus status com o *broker*. Na Figura 10 é apresentado a função de controle manual, bem como a comunicação do interruptor com o *broker* afim de informar qual a sua situação atual para o usuário.

```

void controleManual(){
    bool statusAtual = digitalRead(pino2);
    if(statusAtual != statusAnt2){
        bool statusRele = digitalRead();
        publicaComando();
        if(statusRele == HIGH){
            digitalWrite(pino, LOW);
        }else{pino
            digitalWrite(pino, HIGH);
        }
    }
    desconectar();
    statusAnt2 = statusAtual;
}

```

Figura 10. Função de Controle Manual.

#### 4.1.2. CloudMQTT

Como solução de *broker* para utilização no projeto foi escolhido o CloudMQTT, por ser gratuito, possuir uma interface amigável e de fácil utilização como seus principais benefícios. Essa plataforma se mostrou muito consistente e responsiva durante todo o tempo de utilização. Outra vantagem a considerar sobre a plataforma é seu sistema de planos de assinatura, caso necessário evoluir do plano gratuito que é o mais básico, que apesar de atender a demanda para testes e pequenos projetos, o plano gratuito tem suas limitações que podem ser sanadas a partir da assinatura de um dos vários planos na plataforma. Algumas vantagens de realizar o *upgrade* são os servidores dedicados e maior quantidade de conexões simultâneas, bem como maior taxa de transferência dos clientes conectados, ideal para projetos que visam escalabilidade de produção.

A Figura 11 demonstra uma parte da interface do CloudMQTT, mais especificamente da parte de *Websocket*, onde é listada a troca de mensagens como mencionado no tópico de funcionamento do protocolo.

Figura 11. Websocket CloudMQTT.

### 4.1.3. MQTT Dash

Como opção de utilização de interface para controle do sistema, a alternativa escolhida foi o aplicativo para *smartphone* MQTT Dash. Se trata de um *dashboard* para utilização com o MQTT, ou seja, pode-se dizer que o mesmo atua como interpretador, assinando ou subscrevendo tópicos no *broker*, realizando troca de mensagens. Essa ferramenta se mostrou muito consistente em todos os testes.

Na imagem abaixo pode-se ver a interface muito simples o aplicativo, contendo dois botões para interação com o *broker* referente à dois tópicos("Lampada"e "Tomada").

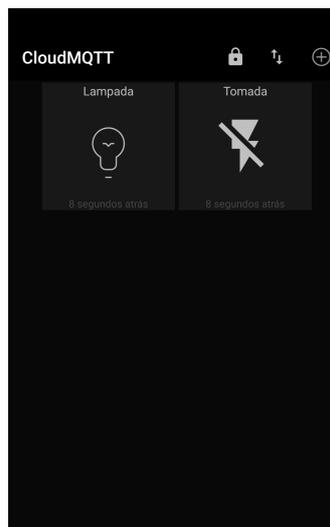


Figura 12. Interface MQTT Dash.

### 4.2. Hardware

A respeito do modelo físico, o mesmo é mostrado nas Figuras 13 e 14, já finalizado e posicionado dentro da caixa do interruptor, local o qual o mesmo foi projetado para ser instalado.

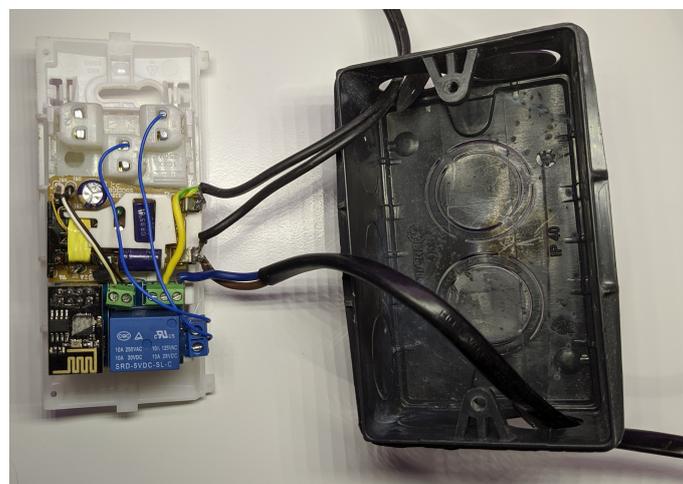


Figura 13. Esquema Físico Internamente.



**Figura 14. Esquema Físico Externamete.**

## **5. Conclusão**

Ao longo do trabalho foi exposto o desenvolvimento do estudo realizado sobre o protocolo de troca de mensagens MQTT para utilização em Internet das Coisas e a aplicação prática voltada para automação residencial, abrangendo desde o funcionamento do protocolo, quais suas vantagens e razões para ser utilizado nesse tipo de projeto, até noções básicas sobre a parte de programação do módulo ESP8266, utilizado como microcontrolador do projeto. Além de tudo o desenvolvedor do projeto teve como uma das principais preocupações mantê-lo com baixo custo e contornar potenciais dificuldades de instalação pois não necessita de mudanças na instalação elétrica.

### **5.1. Dificuldades e Problemas**

Pode-se destacar como uma dificuldade para o desenvolvimento desse trabalho o fato de o protocolo MQTT estar em ascensão e não conter quantidades abundantes de informações e outros projetos realizados, o que também serviu como grande incentivo para o desenvolvedor concluir o trabalho. Outra dificuldade se dá pelo fato de o projeto criado operar diretamente com rede de alta tensão, a qual demanda extremos cuidados por ser de grande risco. Destaca-se também nesse quesito dificuldades encontradas na questão da microeletrônica, não apenas pela necessidade de manter o projeto em proporções diminutas, mas também por conta de não ser comum a utilização do módulo ESP8266 como microcontrolador principal (sem Arduino), o que demanda pequenas adaptações que custaram a ser descobertas.

### **5.2. Trabalhos Futuros**

Algumas sugestões para trabalhos futuros que visam ter como base este projeto, seria explorar mais as possibilidades que o protocolo proporciona no seguimento de IoT e automação, como o desenvolvimentos de sistemas de monitoramento, que visam sugurança por exemplo, utilizando *hardwares* mais robustos em sistemas com menos limitação de espaço para serem elaborados.

## Referências

- dos Reis, V. R. (2014). Usando um relé para controlar dispositivos elétricos. Disponível em: <<http://www.arduino.br.com/arduino/acionadores/usando-um-rele-para-controlar-dispositivos-eletricos/>>. Acesso em: 27 Abr. 2018.
- dos Santos, O. L. and Delfino, L. R. (2019). Um projeto de sala de aula inteligente para a faesa com o uso da internet das coisas e mqtt. Disponível em: <<http://revista.faesa.br/revista/index.php/Faesa/article/view/271/219>>. Revista Científica FAESA.
- Espressif (2017). Esp8266 overview. Disponível em: <<https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>>. Acesso em: 20 Abr. 2018.
- IBM (2018). Qualidades de serviço fornecidas por um cliente mqtt. Disponível em: <[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/pt-br/SSFKSJ\\_8.0.0/com.ibm.mq.dev.doc/q029090\\_.htm](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/pt-br/SSFKSJ_8.0.0/com.ibm.mq.dev.doc/q029090_.htm)>. Acesso em: 3 Out. 2019.
- Marchesan, M. (2012). Sistema de monitoramento residencial utilizando a plataforma arduino. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.
- Montebeller, S. J. (2011). *Sensores sem fios - Avaliação e Emprego na Automação de Sistemas Prediais*, volume 1.
- Ribeiro, C. E. (2018). DomÓtica: viabilidade da automação residencial. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/651>>. Acesso em: 5 Dez. 2019.
- Rodrigues, A. R. (2014). Automação residencial microcontrolado por arduino. Trabalho Final de Graduação - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria - RS.
- Villarino, J. (2016). Internet das coisas: Um desenho do futuro. Disponível em: <<https://www.proof.com.br/blog/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 23 Abr. 2019.
- Yuan, M. (2017). Conhecendo o mqtt. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>>. Acesso em: 23 Abr. 2019.