

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET
CÂMPUS GUARAPUAVA

GUILHERME RIBAS CARNEIRO

SMART WINDOW - SENSOR DE JANELAS PARA A IOT

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA
2018

GUILHERME RIBAS CARNEIRO

SMART WINDOW - SENSOR DE JANELAS PARA A IOT

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para a Internet - TSI da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Guarapuava, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para a Internet.

Orientador: Prof. Me. Hermano Pereira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Coorientador: Prof. Esp. Maurício Barfknecht
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

GUARAPUAVA
2018

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET

No dia **18 de junho de 2018**, às 14:00 horas, em sessão pública nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Guarapuava, ocorreu a banca de defesa da de Trabalho de Conclusão de Curso intitulada: **“Smart Window - Sensor de Janelas para a IOT”** do acadêmico **Guilherme Ribas Carneiro** sob orientação do professor **Prof. Me. Hermano Pereira** do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet.

Banca Avaliadora	
Membro	Nome
Orientador	Prof. Me. Hermano Pereira
Coorientador	Prof. Esp. Maurício Barfknecht
Avaliador 1	Prof. Dr. Luciano Ogiboski
Avaliador 2	Prof. Dr. William Alberto Cruz Castaneda

Situação do Trabalho	
Situação	<input checked="" type="checkbox"/> Aprovado <input type="checkbox"/> Aprovado com ressalvas <input type="checkbox"/> Reprovado <input type="checkbox"/> Não compareceu
Encaminhamento do trabalho para biblioteca	<input checked="" type="checkbox"/> Autoriza o encaminhado para biblioteca <input type="checkbox"/> Manter sigilo para publicação ou geração de patente

Guarapuava, 18 de junho de 2018.

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso (ou programa).

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e posteriormente aos meus familiares que sempre me apoiaram no desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, sou imensamente grato a Deus por sempre estar me amparando em toda a minha jornada, tanto nos momentos de sucesso quanto nos difíceis encontrados durante a minha vida acadêmica e pessoal.

Agradeço ao meu coorientador, Maurício Barfknecht, o qual me apresentou o chip utilizado no desenvolvimento deste trabalho e pelas dicas passadas a mim em relação a programação deste chip.

Sou grato ao meu orientador, Hermano Pereira, primeiramente por acreditar na ideia do meu trabalho e por sempre estar me auxiliando no desenvolvimento deste. Lhe agradeço pela paciência, pelas dicas e conselhos durante todo este processo de desenvoltura do trabalho.

Por fim, sou grato a UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) Câmpus Guarapuava pela disponibilização de todos os recursos necessários que me ajudaram tanto no profissional quanto no pessoal.

As tecnologias mais importantes são aquelas que desaparecem. Elas se integram à vida do dia a dia ao nosso cotidiano, até serem indistinguíveis dele. (WEISER, Mark, 1980).

RESUMO

R. CARNEIRO, Guilherme. SMART WINDOW - SENSOR DE JANELAS PARA A IOT. 2018. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Câmpus Guarapuava, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2018.

Na atualidade é de suma importância a segurança e monitoramento em imóveis, visto que trata-se de um patrimônio e muitas das vezes há períodos em que estes locais acabam ficando sem supervisionamento humano. É possível encontrar sensores capazes de realizar monitoramento em nosso mercado nacional, porém, em alguns casos, utilizam-se cabos e a tecnologia empregada sob estes sensores é baseada em sinais de rádio e necessitam de uma central. O presente trabalho teve por objetivo confeccionar um *mote* inteligente contextualizado no âmbito de Internet das Coisas, o qual é capaz de identificar e alertar um ou vários usuários em tempo real quando uma janela é aberta ou fechada, visando oferecer um *mote* com tamanho reduzido, configuração descomplicada e fácil instalação.

Palavras-chave: Internet sem fio. Sistemas de computação. Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

R. CARNEIRO, Guilherme. SMART WINDOW - WINDOW SENSOR FOR IOT. 2018. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Câmpus Guarapuava, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2018.

At present, security and monitoring in real estate is of paramount importance, since it is a patrimony and many times there are periods when these places end up without human supervision. It is possible to find sensors capable of monitoring in our national market, however, in some cases, cables are used and the technology used under these sensors is based on radio signals and requires a central one. The objective of this work was to create an intelligent mote context within the Internet of Things, which is able to identify and alert one or more users in real time when a window is opened or closed, aiming to provide a mote with reduced size, configuration uncomplicated and easy installation.

Keywords: Wireless Internet. Computer systems. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Smart Home (FERRONATO, 2016)	4
Figura 2 – Monitoramento (DIAMOND, 2016)	8
Figura 3 – Wemos D1 mini (Fonte: O Autor)	9
Figura 4 – Reed Switch (Fonte: O Autor)	10
Figura 5 – Topologia <i>MQTT</i> (Fonte: O Autor)	11
Figura 6 – Janela Aberta (Fonte: O Autor)	13
Figura 7 – Janela Fechada (Fonte: O Autor)	13
Figura 8 – Ciclo de Configuração (Fonte: O Autor)	16
Figura 9 – Primeira Conexão (Fonte: O Autor)	17
Figura 10 – Esquema Elétrico (Fonte: O Autor)	18
Figura 11 – Fluxo de funcionamento (Fonte: O Autor)	20
Figura 12 – Primeiro Protótipo (Fonte: O Autor)	21
Figura 13 – <i>Mote</i> Final (Fonte: O Autor)	21
Figura 14 – Cenário com janela fechada (Fonte: O Autor)	22
Figura 15 – Notificação com janela fechada (Fonte: O Autor)	22
Figura 16 – Cenário com janela aberta (Fonte: O Autor)	23
Figura 17 – Notificação com janela aberta (Fonte: O Autor)	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSS	Cascading Style Sheets
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
HTML	HyperText Markup Language
IBM	International Business Machines
mAh	Miliampère-hora
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
IoT	Internet Of Things
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WPA	Wi-Fi Protected Access

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	1
1.1.1 Objetivo Geral	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 ESTRUTURAÇÃO	2
2 – REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 INTERNET DAS COISAS (IoT)	3
2.2 SMART HOME	3
2.2.1 ÁREAS DE ATUAÇÃO	4
2.2.1.1 Eficiência e Gestão de Energia	4
2.2.1.2 Saúde	5
2.2.1.3 Entretenimento	5
2.2.1.4 Segurança e Vigilância	5
2.3 SMART WINDOW	5
2.4 MOTE SMART WINDOW	6
3 – TRABALHOS CORRELATOS	7
3.1 SENSOR DA ECP	7
3.2 PROJETO REED SWITCH E ARDUINO	7
3.3 ALERTA DE ENCOMENDAS	7
3.4 MONITORAMENTO COM BLYNK	7
3.5 CONSIDERAÇÕES	8
4 – FERRAMENTAS UTILIZADAS	9
4.1 ESP8266	9
4.2 REED SWITCH	10
4.3 PROTOCOLO MQTT	11
4.4 PROTOCOLO IEEE 802.11	12
4.5 APLICATIVO MQTT DASHBOARD	12
4.6 CONSIDERAÇÕES	13
5 – DESENVOLVIMENTO	14
5.1 INTRODUÇÃO	14
5.2 CICLO DE FUNCIONAMENTO	14
5.3 CICLO DE CONFIGURAÇÃO	15
5.3.1 A Primeira Conexão	17

5.4	ARMAZENAMENTO DE CREDENCIAIS	18
5.5	PROTOTIPAGEM	18
5.5.1	Função Wake Up	18
5.5.2	O Esquema Elétrico	18
5.5.3	A Lógica	19
6	– RESULTADOS	21
7	– CONCLUSÃO	25
8	– REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Diariamente centenas, milhares de dispositivos são inseridos na Internet e comunicam-se mutuamente. O termo Internet das Coisas é uma tradução literal de *Internet of Things* (IoT) a qual foi criada pelo MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) com o intuito de representar a conexão entre objetos que possuem acesso à Internet. A Internet das Coisas é voltada para sensores e dispositivos inteligentes capazes de coletar e transmitir informações através da Internet. É esperado que até 2025 o ecossistema de IoT possua 50 bilhões de dispositivos conectados (TUDOSOBREIOT, 2017).

Através da Internet das Coisas e o baixo custo dos objetos que a constituem, é possível monitorar e gerenciar ambientes remotamente alimentando base de dados e consequentemente aplicativos que façam uso deste. A IoT faz com que seja possível analisar dados que a olho nu não são perceptíveis, por exemplo, através de um sensor termostato é possível determinar o consumo e utilização de um ar condicionado (HPE, 2018).

O conceito de *Smart Home* está organizado em quatro áreas de aplicação e dentre elas está a: Segurança e Vigilância (TULY, 2016). Nesta área, os sensores que compõem um imóvel possuem a função de detectar possíveis alterações em seu estado normal de funcionamento como é o caso do *Smart Window*. A necessidade de informações sobre o que está acontecendo em um imóvel faz com que o desenvolvimento de sensores tenha prioridade, tornando possível que o proprietário do imóvel seja capaz de monitorá-lo de qualquer lugar. O presente *mote* tem por finalidade monitorar e detectar se uma janela encontra-se aberta ou fechada. No desenvolvimento do presente trabalho, os dados obtidos pelo *mote* foram enviados para o usuário através de gatilhos pré-definidos. Esses gatilhos são caracterizados como, alteração de status (aberto para fechado ou vice-versa).

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho aqui disposto teve por objetivo o desenvolvimento de um Sensor de Janelas para IoT utilizando o chip ESP8266. Este *mote*¹ possui a finalidade de monitorar em tempo real uma janela, onde se por ventura está determinada janela venha a sofrer alguma alteração em seu estado normal, considerando aberto e fechado, o *mote* irá identificar está alteração e no mesmo instante irá notificar os usuários cabíveis de receberem o alerta. Os usuários cabíveis de receberem os alertas são aqueles que possuem a identificação única do *mote*, onde assim, conseguem monitorá-lo através do aplicativo apropriado, o qual será demonstrado no decorrer deste trabalho. Quanto ao resultado do desenvolvimento deste *mote*, obteve-se uma placa com um tamanho relativamente pequeno se comparado aos demais já existentes no mercado, contendo a capacidade de economizar energia em momentos em que não se detectam

¹Termo utilizado para se referir a um circuito composto por diversos componentes.

alterações e por mais importante, no instante em que é detectado uma alteração o *mote* é capaz de enviar o alerta para o usuário em até 8 segundos, dependendo da conexão de Internet em que o *mote* encontrar-se conectado.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *mote* capaz de identificar se uma determinada janela encontra-se aberta ou fechada, com o propósito de notificar o usuário através do protocolo de comunicação MQTT.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Enviar os dados através do protocolo de comunicação MQTT.
- Integrar o sensor eletro-magnético *Reed Switch* com o módulo Wemos D1 Mini.
- Certificar o atual estado da janela através do sensor eletro-magnético *Reed Switch*.
- Alimentar o circuito utilizando uma bateria.

1.2 ESTRUTURAÇÃO

A estruturação deste trabalho está disposta da seguinte maneira, no Capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura contendo as áreas de atuação para Smart Home contextualizando a área em que o presente *mote* está contido, na sequência são vistos os trabalhos correlatos no Capítulo 3, ou seja, estão presentes os produtos ou projetos que já existem, dando continuidade tem-se o Capítulo 4 com as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do *mote*, posteriormente há o Capítulo 5 explicando como se deu o desenvolvimento e prototipação do *mote*, na sequência o Capítulo 6 mostra os resultados obtidos após o desenvolvimento. Por fim, no Capítulo 7 são feitas as conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTERNET DAS COISAS (IoT)

A possibilidade de conectar coisas ao seu redor com a Internet é algo realmente inovador e revolucionário, foi então que surgiu a Internet das Coisas criando oportunidades entre o mundo físico e o mundo digital. Por meio da tecnologia sem fio é possível conectar dispositivos, máquinas e produtos a Internet, onde assim, dados capturados são enviados a uma base de dados externa onde posteriormente pessoas e até mesmo outros dispositivos são capazes de interpretar e processar estes dados. A Internet das Coisas é composta por "coisas" inteligentes e na maioria dos casos, autônoma, as quais são alimentadas por bateria devido ao fato de estarem deslocadas de uma rede elétrica, como por exemplo, um sensor de presença. A Internet das Coisas tem como objetivo tornar possível que qualquer tipo de objeto seja capaz de enviar e receber informações para que sejam controlados, rastreados e acompanhados de uma maneira remota.

A Internet das Coisas é capaz de monitorar e atuar sob os mais diversos cenários e ambientes, partindo de automações residenciais e comerciais até sensoriamento florestal, redes de veículos e de trânsito. A IoT é composta por diversas áreas de atuação e dentre elas tem-se a *Smart Home*, em uma tradução literal, Casa Inteligente, a qual é constituída por sensores capazes de proporcionar segurança, comodidade e economia, no decorrer deste trabalho este tema será abordado mostrando mais detalhes sobre esta área (DE OLIVEIRA, 2017).

2.2 SMART HOME

Smart Home, ou casa inteligente, é um termo utilizado para referir-se às tecnologias implantadas para automatizar e integrar casas com seus respectivos proprietários. Para que uma solução se encaixe no âmbito de *Smart Home* ela deve buscar atingir os três pilares: possuir baixo custo, alto nível de confiabilidade e fácil comunicação com o meio (CATALÃO, 2015).

Esse novo conceito tem como objetivo transformar uma simples casa em uma casa inteligente, contendo sensores de janelas, de portas, de umidade, de temperatura e de controle de energia que são instalados para que capturem dados do ambiente e posteriormente transmita-os para os usuários que estão registrados ou circulam no ambiente (TULY, 2016).

Uma casa inteligente deve se adaptar aos seus proprietários tendo como objetivo proporcionar conforto, eficiência, independência e alta segurança. O conceito de casa inteligente tem sido implementado devido ao avanço das microtecnologias tornando possível que sensores sejam imperceptíveis e com integração de tecnologias (TULY, 2016).

Conforme ilustrado na Figura 1, a integração de tecnologias e comunicação via rede facilita às atividades cotidianas pois possibilita que os periféricos eletrônicos tornem-se inteligentes proporcionando a automação e troca de dados.

usuário um relatório sobre o uso da energia e interfaces capazes de proporcionar a interação com os equipamentos (TULY, 2016).

2.2.1.2 Saúde

No cenário de casa inteligente tem-se a área voltada para cuidados de saúde possibilitando o monitoramento de um organismo, principalmente de idosos. O monitoramento pode ser realizado através de dispositivos como: oxímetros, monitores de pressão arterial, entre outros. Com o uso de tecnologias inteligentes é possível obter dados em tempo real sobre as condições físicas de pessoas com hipertensão, diabetes, etc, onde assim, os procedimentos medicamentosos seriam aplicados nos momentos certos sem a necessidade de agendar consultas médicas realizando-se na maioria das vezes em suas próprias casas (TULY, 2016), (CATALÃO, 2015).

2.2.1.3 Entretenimento

No cotidiano, os momentos de entretenimento são dedicados para descanso e distração no qual, uma casa inteligente que possua sensores voltados para esta área faz com que o ambiente responda a comandos de voz, adaptação de iluminação conforme uma faixa de música, gestos, detector de presença, reconhecimento facial e pré-definições. Ainda torna-se possível o manuseio sobre dispositivos de vídeo e multimídia (TULY, 2016).

O propósito destes sensores é a comunicação com os demais dispositivos tornando-se capaz de oferecer suporte para o usuário com configurações específicas para cada indivíduo através da rede.

2.2.1.4 Segurança e Vigilância

Um ambiente equipado com sensores voltados para a área de segurança e vigilância tem por finalidade detectar possíveis anormalidades no ambiente, sendo eles: invasão, inundação e incêndio. Os equipamentos inteligentes capazes de realizar essas detecções devem possuir sensor de proximidade, sensor térmico, sensor de líquidos e sensor de movimentos (TULY, 2016).

Na área de Segurança, a largura de banda disponibilizada é de alta relevância para que o uso diário por outros equipamentos não venha a afetar sua funcionalidade. Uma solução em tempo real deve ser auto suficientemente capaz de identificar se a detecção de uma alteração no status atual é real ou apenas um falso-positivo tornando-se assim, um sistema com alta confiabilidade e precisão (CATALÃO, 2015).

2.3 SMART WINDOW

Uma janela inteligente, ou *Smart Window*, nada mais é que uma janela propriamente dita porém, equipada com sensores inteligentes capazes de identificar os mais diversos fato-

res tanto externos quanto internos. Uma janela inteligente é capaz de informar quando ela está aberta ou fechada, autônoma quando equipada com sensores de temperatura e umidade que identificam se está chovendo onde assim, através de motores esta janela se fecha automaticamente.

Possuir uma janela inteligente faz que a segurança residencial ou comercial seja elevada ao ponto de que no momento em que houver alguma detecção de intrusos ou fatores climáticos o usuário seja notificado no mesmo instante.

2.4 MOTE SMART WINDOW

O presente trabalho está inserido na área de segurança de *Smart Home*, tendo como principal funcionamento identificar anormalidades no status em que uma janela se encontra. O *mote Smart Window* tem por necessidade fundamental gerenciar o possível atraso/falha no envio de um pacote contendo as informações do status atual da janela em que este está instalado, sendo assim, o reenvio imediato das informações faz-se necessário.

O *mote* inteligente *Smart Window* tem como propósito monitorar uma janela através de um sensor eletromagnético onde caso este seja aberto ou fechado, o sistema enviará um alerta através do protocolo de comunicação *MQTT* para o usuário informando sobre a violação de segurança detectada, ou seja, que uma janela em seu imóvel sofreu uma alteração de status. Portanto, no mesmo instante que houver alguma anormalidade no status da janela, o usuário será notificado e poderá tomar as devidas providências cabíveis.

3 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo são apresentados produtos e projetos que possuem algumas características que se assemelham ao trabalho desenvolvido visando mostrar que já existe uma base tanto teórica quanto mercadológica antes da produção deste.

3.1 SENSOR DA ECP

No mercado atual, encontra-se alguns sensores direcionados para a área de segurança. A empresa ECP desenvolveu o Sensor Magnético Sem Fio alimentado por uma pilha mini de 12v, o qual por sua vez tem a função de enviar um sinal de radio através da frequência 433,92Mhz para um central em uma distância de 15 a 25 metros onde, assim, dispara-se uma sirene identificando que houve a abertura de um determinado setor (janela ou porta) (TUDOFORTE, [201-?]).

3.2 PROJETO REED SWITCH E ARDUINO

Um projeto desenvolvido por (SANTOS, 2016) tem por objetivo monitorar uma porta usando *Reed Switch* via cabo. O autor fez uso da plataforma Arduino para monitorar o status do *reed switch* em que, caso o ímã se afaste do bulbo do reed switch ele é detectado como "aberto" e em consequência, um led vermelho é aceso em sua *protoboard*.

3.3 ALERTA DE ENCOMENDAS

O entusiasta (DIAMOND, 2016) desenvolveu um sistema para identificar se suas encomendas foram colocadas em sua caixa de correspondência. Mike fez uso do modulo ESP8266-07 juntamente com um *Reed Switch*, onde caso a tampa da sua caixa de correspondência seja aberta, o ímã nela colocado se afasta do bulbo do *Reed Switch* e envia um sinal para a aplicação *Blynk* instalada em seu celular. O sistema é alimentado através de uma bateria com capacidade de 110mAh e 3.7v. O autor fez uso do recurso *deep sleep* para economia de energia, esse recurso é implementado pelo ESP8266 e tem por função deixar o módulo dormindo enquanto não há nenhuma interação com o *Reed Switch* poupando, assim, energia.

3.4 MONITORAMENTO COM BLYNK

O autor (DIAMOND, 2016) propôs também, um sistema para monitorar sua casa, fazendo uso do ESP8266-12e juntamente com uma placa de adaptação, com o intuito de supervisionar o status de uma janela ou porta. Nesse projeto fez-se uso do aplicativo *Blynk* como interface para o usuário. O esquema físico montado pode ser visto na Figura 2. Pode-se

notar o uso do *Reed Switch* como sendo o sensor de aberto/fechado, também nota-se que o sensor é energizado via cabos.

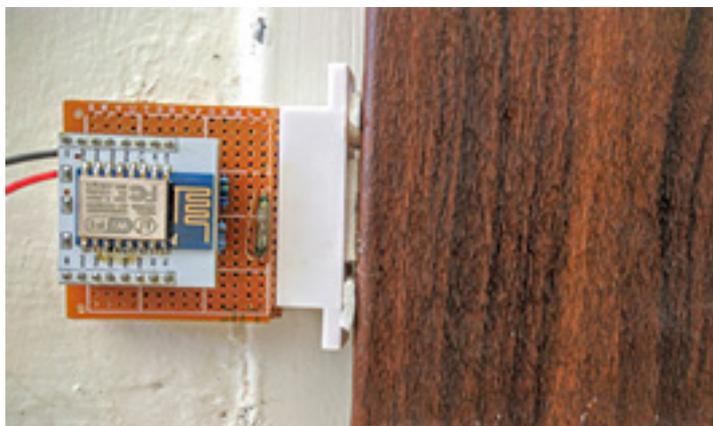


Figura 2 – Monitoramento (DIAMOND, 2016)

3.5 CONSIDERAÇÕES

No presente trabalho foi utilizado um sensor magnético *Reed Switch* assim como Santos e Diamond utilizaram em seus projetos, porém a parte física do *mote* se deu de uma maneira um pouco diferente, onde o *mote* é acionado através de um botão e o status é lido fazendo uso do *Reed Switch* que está conectado a uma porta lógica do chip ESP8266.

4 FERRAMENTAS UTILIZADAS

No decorrer deste capítulo serão apresentados os componentes utilizados no desenvolvimento do *mote* Smart Window.

4.1 ESP8266

A empresa *Espressif Systems* desenvolveu uma solução de baixo custo e tamanho reduzido, o ESP8266, o qual é um chip voltado para aplicações no campo da Internet das Coisas (IoT) devido ao seu baixo consumo de energia. Seu consumo é baixo se comparado ao *Chip Wifi* (HDG204) do Arduino, sendo no ESP8266 em torno de 20uA no modo *deep sleep*, aproximadamente 60mA enquanto recebe pacotes e picos de 215mA durante a transmissão de dados, enquanto que no HDG204 o consumo é de aproximadamente 30uA, 41mA e 165mA respectivamente. Este chip é implementado em módulos que custam em torno de 3,50 dólares¹, razão pela qual a solução foi selecionada para o trabalho em questão (DOS SANTOS, p. 25, 2015), (MINATEL, 2016).

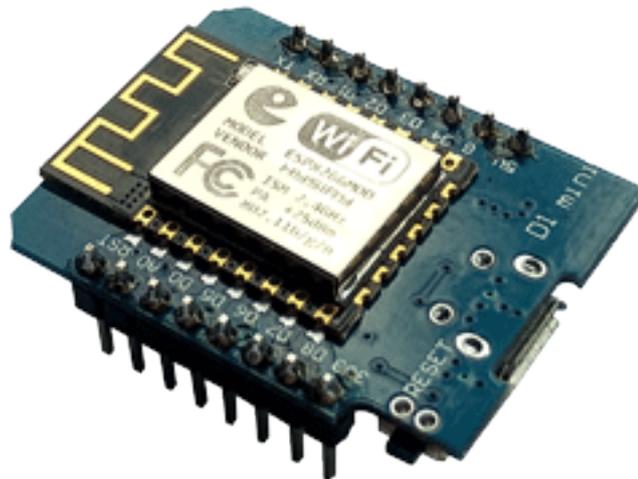


Figura 3 – Wemos D1 mini (Fonte: O Autor)

Existem diversos modelos de módulos para diferentes implementações, dentre eles estão destacados os seguintes (Conforme Quadro 1):

¹www.ebay.com

Quadro 1 – Comparativo entre módulos ESP8266 (EBAY, 2017), (FILIFELOP, 2017).

	Wemos D1 mini	nodeMCU ESP8266	Adafruit HUZZAH	ESP-201
Portas de Comunicação	11	11	9	9
Regulador de Tensão	de 3,3v	de 3,3v	de 3,3v	Não possui
Conector	Micro USB-Serial	Micro USB-Serial	FTDI Serial TTL-232	FTDI Serial
Dimensões	34,2mm x 25,6mm x 5mm	49mm x 25,5mm x 7mm	25mm x 38mm x 5mm	34mm x 25,5mm x 3,5mm
Custo	R\$9,30	R\$11,00	R\$31,12	R\$44,90
Fabricante	Wemos Electronics	AI-Thinker	Adafruit	AI-Thinker

Mediante a análise de requisitos e possíveis expansões futuras, para este trabalho foi utilizado o módulo Wemos D1 Mini (Figura 3), devido ao fato de que este modelo possui: suporte a WPA/WPA2, quantidade ideal de portas de comunicação de entrada e saída, regulador de tensão 3.3v, alimentação direta por bateria, consumo de bateria reduzido tanto no modo *deep sleep* quanto no envio de dados e o seu baixo custo.

4.2 REED SWITCH



Figura 4 – Reed Switch (Fonte: O Autor)

O *mote Smart Window* é composto por um *reed switch* para identificar se uma janela encontra-se aberta ou fechada devido ao fato de que o *reed switch* sofre ações eletromagnéticas geradas por meio de um ímã, alterando assim seu estado atual (de fechado para aberto ou vice-versa).

O *reed switch* (Figura 4) é composto por um ampola de vidro ou bulbo (Num. 2) e duas lâminas (Num. 4). A ampola, possui no seu interior um gás nobre inerte (Num.3), este gás por sua vez, tem a função de proteger as lâminas evitando que elas oxidem. Já as lâminas, são formadas por um material ferroso possibilitando que um ímã aja sobre elas e portanto, há o contato entre as mesmas (Num. 5). A ligação entre o Wemos D1 mini e o *reed switch* ocorre através dos terminais (Num. 1) (NEWTONCBRAGA, [20-?-?]).

Quando há a aproximação de um ímã ao bulbo do *reed switch*, um campo magnético é formado e a força gerada pelo polo norte do ímã passa pelas lâminas e chega ao polo sul deste, e, com isso, as lâminas se atraem uma a outra. Quando há o contato elétrico, pode-se dizer que

o interruptor magnético está fechado, caso contrário, ele estará aberto (NEWTONCBRAGA, 20-?-?), (MAGALDI, p. 132, 2008).

4.3 PROTOCOLO MQTT

O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) foi criado em 1999 pela IBM, o qual tem como principal característica, trocar mensagens através do padrão *publish/subscribe* (publicar/sobrescrever) (YUAN, 2017).

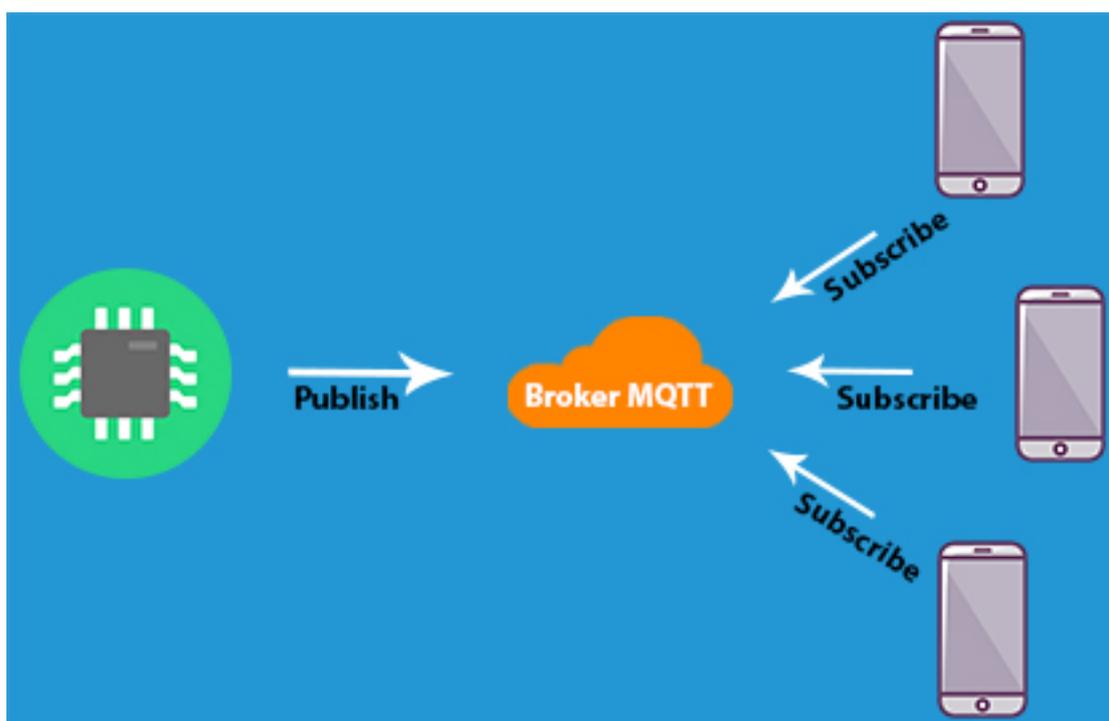


Figura 5 – Topologia MQTT (Fonte: O Autor)

O MQTT é um protocolo aberto e ideal para comunicações no âmbito de Internet das Coisas devido ao fato de ter que lidar com alta latência, instabilidades na comunicação e baixa largura de banda. Na Figura 5 é possível observar a estrutura em que o referido protocolo trabalha, onde o dispositivo não está diretamente ligado ao cliente tornando possível o desacoplamento entre os mesmos. Através da topologia do MQTT é possível enviar mensagens de um para muitos, ou seja, de um *node* para muitos usuários.

Como visto na Figura 5, tem-se o *Broker MQTT*, o qual é denominado o centralizador das mensagens, onde este por sua vez, tem por finalidade receber as informações vindas do *node* e envia-las para os determinados clientes conectados na internet e devidamente autorizados. Neste trabalho foi feito uso de um *broker open-source* desenvolvido e disponibilizado por *The Eclipse Foundation*² (VICENZI, 2015).

²iot.eclipse.org

Fazendo uso de tal protocolo, um determinado dispositivo irá publicar informações em um tópico definido e um cliente irá assinar este tópico, onde assim, este cliente vai receber as últimas informações publicadas pelo dispositivo.

4.4 PROTOCOLO IEEE 802.11

Uma rede *Wi-Fi* ou, rede sem fio, é constituída de especificações baseadas no protocolo IEEE 802.11. O protocolo IEEE 802.11 foi lançado em 1997, porém, sua padronização foi executada em 1999 através de uma aliança entre várias empresas onde esta aliança foi denominada *Wi-Fi Alliance* em 2003 (ALECRIM, 2013).

Uma rede local sem fio é denominada WLAN (*Wireless Local Area Network*) a qual tem por objetivo realizar a conversão dos pacotes de dados em ondas de rádio propagando estes dados pelo ar. Esta propagação dos dados só é possível através do uso de um roteador, o qual tem a função de receber os sinais do meio físico (cabearamento), logo em seguida efetua-se a decodificação e por fim, estes sinais são enviados por meio de uma antena. Todo este processo torna possível que dispositivos sem fio se comuniquem em distâncias de centenas de metros, em ambientes internos em torno de até 100 metros enquanto que, em ambiente externos o alcance pode chegar a 300 metros (PUC-RIO, 2018).

Em uma rede *Wi-Fi* existem os seguintes tipos de dispositivos, os dispositivos finais ou *Stations* e os Pontos de Acesso ou *Access Points*. Os dispositivos finais buscam uma conexão por meio dos aparelhos que proporcionam um ponto de acesso. Já os *Access Points* possuem a responsabilidade de proporcionar o acesso, cada *Access Point* deve possuir uma identificação única denominada SSID (*Service Set Identifier*) tendo em vista que esta identificação estará inserida no cabeçalho dos pacotes de dados que são enviados na rede (ALECRIM, 2013).

4.5 APLICATIVO MQTT DASHBOARD

Para a verificação do status atual do *mote*, foi utilizado o aplicativo *MQTT Dashboard* o qual está disponível apenas em versão para Android, ou seja, na *Play Store*. O uso deste aplicativo tem por principal objetivo fazer uso da funcionalidade de assinatura de tópicos, onde fez-se a assinatura ao tópico (SmartWindow/252632³/status) para que seja possível receber informações do *mote*, devido ao fato de que o *mote* estará publicando mensagens sobre sua situação atual neste mesmo tópico.

³Valor único para cada *mote*, gerado automaticamente.

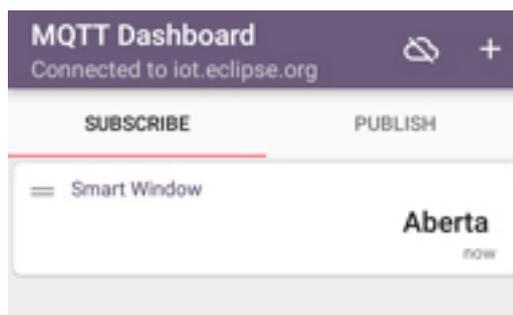


Figura 6 – Janela Aberta (Fonte: O Autor)

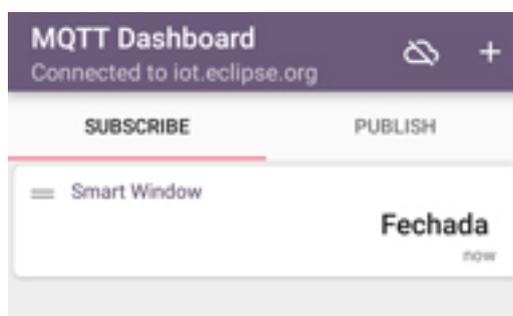


Figura 7 – Janela Fechada (Fonte: O Autor)

Quando a janela se encontrar na situação de aberta, o aplicativo irá exibir ao usuário a mensagem de "aberta", como podemos visualizar na Figura 6. E, no momento que está mesma janela sofrer uma alteração de status o aplicativo por sua vez irá exibir ao usuário a mensagem de "fechada" como mostrado através da Figura 7.

4.6 CONSIDERAÇÕES

A interconexão dos componentes do *mote* é dada da seguinte maneira, uma das extremidades do sensor magnético *Reed Switch* está conectada a uma porta lógica do chip ESP8266 com intermédio de um resistor com capacitância de 10k onde este resistor por sua vez está ligado ao negativo do circuito tendo como função única identificar se a janela se abriu ou se fechou, enviando então um sinal para o chip, tendo em vista que a outra extremidade deste sensor magnético está ligada ao positivo do circuito, ou seja ao 3 volts. Também tem-se presente no circuito do *mote* um botão que possibilita ao usuário um *reset* para as configuração de fábrica, onde um dos seus 4 pinos está ligado ao positivo do circuito, ou seja, ao 3 volts e outro pino está ligado a uma outra porta lógica do chip ESP8266 com intermédio de mais um resistor com capacitância de 10k onde este por sua vez está ligado ao negativo do circuito.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 INTRODUÇÃO

Nesta seção será apresentado o desenvolvimento lógico do *mote*, mostrando como foi o processo para se obter o resultado final.

5.2 CICLO DE FUNCIONAMENTO

Toda a lógica e a codificação do *mote* foi desenvolvida buscando-se obter uma maior facilidade no momento de configuração do *mote* e principalmente uma maior agilidade no momento de notificar o usuário que estará autorizado a monitorar este determinado *mote*.

Em todos os momentos em que o *mote* for ligado ou "acordado", em primeira instância entrará em uma estrutura de condição *IF/ELSE*, ou seja, em uma estrutura de *SE/OU*, onde a memória EEPROM será consultada com o intuito de verificar se existem credenciais salvas. Se não existirem, o *mote* entrará em modo Ponto de Acesso, ou seja, o usuário será capaz de visualizar a rede *Wi-Fi* gerada pelo próprio *mote*, possibilitando assim, a configuração deste *mote* através da interface de configuração web que está contida no *mote*, a qual será exibida com mais detalhes no decorrer da sessão seguinte deste trabalho. Porém, se existirem credenciais salvas, o *mote* passará a estar no modo Estação, onde assim, ele tentará por até 10 segundos se conectar a rede *Wi-Fi* que ele possui conhecimento. Se por ventura durante estes 10 segundos não se obtiver êxito na conexão com a rede *Wi-Fi* uma função denominada *noConnection* será invocada, a qual tem por principal objetivo limpar a memória EEPROM e logo em seguida reiniciar o *mote*, fazendo com que o *mote* volte a entrar em modo de Ponto de Acesso.

Após a verificação da memória EEPROM e conseqüentemente da conexão com a rede *Wi-Fi* o *mote* segue para a verificação do status da atual situação em que ele se encontra naquele determinado momento, através da função denominada *checkStatus* a qual por sua vez verifica o estado em que o sensor *Reed Switch* se encontra. Para que não hajam falsos positivos foi adotado a seguinte estratégia, sempre que alterações forem identificadas pelo *mote*, o status atual, ou seja, aberto ou fechado, será armazenado na memória EEPROM do *mote*. Na função *checkStatus* existem 2 estruturas de condição, sendo elas, *IF* e *IF/ELSE* as quais tem por objetivo verificar o estado atual do sensor *Reed Switch* juntamente com o último estado armazenado na memória, onde na primeira estrutura se o sensor *Reed Switch* encontrar-se aberto e o último status armazenado na memória também indicar aberto o usuário será notificado através da função *sendSensorStatus* na qual está contida a lógica para que o protocolo MQTT se encarregue de publicar a mensagem. Já na segunda estrutura, se o sensor *Reed Switch* encontrar-se fechado e o último status armazenado na memória também indicar fechado o usuário também será notificado caso contrário será admitido que a janela encontra-se

aberta para que seja possível manter um controle armazenado na memória.

Finalizado o processo de verificação do status atual em que o *mote* se encontra, é dado prosseguimento para a função de economia de energia. Porém, há um *delay* de 7 segundos antes desta função ser executada, possibilitando que o usuário seja capaz de pressionar o botão de restauração por 5 segundos, este botão tem a principal função de restaurar o *mote* para suas configurações de fábrica, ou seja, o *mote* volta ao estado em que não possui conhecimento sobre nenhuma rede *Wi-Fi* em suas proximidades. Caso o *mote* não seja restaurado então a função *ESP.deepSleep(0)* é executada, esta função é implementada pela placa Wemos D1 Mini, a qual tem por objetivo fazer com que o *mote* entre em um sono profundo, visando economizar energia.

Todo este ciclo de funcionamento se repete toda vez que o sensor for "acordado" do seu sono profundo através do botão de reset presente na placa Wemos D1 Mini.

5.3 CICLO DE CONFIGURAÇÃO

O *mote Smart Window* quando iniciado pela primeira vez possui um ciclo de configuração a ser seguido para que seja possível obter o seu funcionamento ideal, visto que inicialmente o *mote* estará em um ambiente desconhecido propriamente dito.



Figura 8 – Ciclo de Configuração (Fonte: O Autor)

Por meio da Figura 8 apresentada a cima, é possível observar como se dá o ciclo de configuração do *mote*. A seguir será explanado cada passo deste ciclo em questão:

- Adquirir o sensor propriamente dito.
- **A instalação em uma determinada janela**, deve-se se atentar ao detalhe presente no *mote* informando o correto posicionamento do *mote* em relação ao ímã e ao botão responsável por "acordar" o *mote*.
- **Conectando ao Wi-Fi do sensor e informando em qual Wi-Fi deverá se conectar**, após instalado o *mote* na janela desejada o *mote* por si só irá criar uma rede *Wi-Fi* para que o usuário possa realizar a configuração inicial, está configuração consiste em informar ao *mote* em qual rede *Wi-Fi* ele deverá se conectar para que assim seja possível notificar o usuário quando identificado alguma anormalidade no estado da janela. Na subseção "A Primeira Conexão" é possível observar como se dá está configuração no *mote*.
- **Utilizando o app MQTT Dashboard**, visto que nesta etapa o *mote* já terá conhecimento sobre qual rede *Wi-Fi* deverá se conectar, faz-se necessário baixar o aplicativo

MQTT Dashboard através das lojas de aplicativos, sendo elas, *Google Play* ou *Apple Store*, visto que este aplicativo é gratuito. O *mote* é acompanhado de um "caminho" ou código identificador único com o intuito de que não haja conflitos de alertas entre *motes* e usuários, este é um exemplo de código identificador gerado automaticamente: SmartWindow/159684953/janela/status. Com o aplicativo instalado e o código do *mote* em mãos o usuário deverá efetuar a configuração no aplicativo.

- **Sensor configurado com sucesso**, após seguir todos os passos descritos acima tem-se o *mote* em pleno funcionamento e corretamente configurado.

5.3.1 A Primeira Conexão

Logo que o *mote* seja ligado, o mesmo não conhecerá a rede *Wi-Fi* para se conectar. Portanto, foi desenvolvida uma interface web utilizando as tecnologias HTML e CSS. Esta interface web está contida no *mote*, utilizando como base o desenvolvimento feito por (MINATEL, 2015) em que o usuário através de um *smartphone*, *tablet* ou *notebook* irá se conectar ao *mote* através de uma rede *Wi-Fi* criada pelo próprio *mote* e assim será possível informar qual a rede *Wi-Fi* para conexão. Segue abaixo foto (Figura 9) da interface web:



Smart Window Sensor

Escolha o seu WiFi

Informe a senha do WiFi

Informe seu Usuário

Informe onde está o Sensor

Configurar

Figura 9 – Primeira Conexão (Fonte: O Autor)

5.4 ARMAZENAMENTO DE CREDENCIAIS

Após a primeira configuração realizada por parte do usuário o *mote* deverá armazenar as credenciais da rede *Wi-Fi* que ele deve se conectar toda vez que necessário, portanto, o módulo Wemos D1 mini possui uma memória denominada *EEPROM*. A memória *EEPROM* é comumente encontrada em circuitos de microcontroladores como é o caso deste *mote*, a grande vantagem desta memória é que ela não é volátil, ou seja, mesmo que o *mote* seja reiniciado ou que haja uma falta de energia os dados que nela foram gravados não serão perdidos. Portanto, o nome da rede *Wi-Fi* e a sua respectiva senha são salvas nesta memória para que seja possível a conexão por parte do *mote* (MORAIS, 2017).

5.5 PROTOTIPAGEM

Parte do projeto designado a desenvolver a placa com componentes para o *mote*.

5.5.1 Função Wake Up

Para que o *mote* "acorde" do estado *deep sleep*, ou seja, do estado de economia de energia, é necessário enviar um pulso elétrico na porta *reset* do chip ESP8266. O módulo Wemos D1 mini que foi utilizado neste projeto já possui um botão que realiza esta ação, com isso, o *mote* será "acordado" por meio deste botão.

5.5.2 O Esquema Elétrico

Conforme ilustrado na Figura 10, o *mote Smart Window* é composto por 6 elementos físicos.

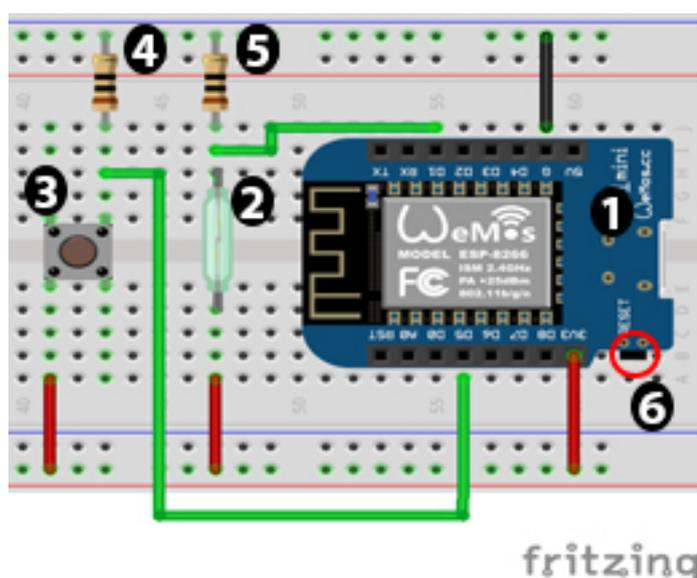


Figura 10 – Esquema Elétrico (Fonte: O Autor)

Especificações:

1 - Módulo Wemos D1 mini o qual foi escolhido para a implementação deste trabalho, onde este tem por função armazenar toda lógica do *mote*. Este módulo é responsável por receber informações tanto do sensor *Reed Switch*(**2**) quanto do botão para restauração de configurações(**3**).

2 - *Reed Switch*, sensor eletromagnético responsável por detectar alterações no status em que o sensor se encontra (aberto para fechado ou vice-versa).

3 - Botão utilizado para que seja possível restaurar o *mote* para a versão de fábrica, ou seja, para que o *mote* volte a não conhecer nenhuma rede Wi-Fi em sua proximidade.

4, 5 - Resistores de 10k, componentes responsáveis pela regulação da corrente elétrica.

6 - Conforme explicado anteriormente na subseção Função Wake Up, este é o botão de *reset*. Este botão é utilizado para "acordar" o *mote* no momento em que ele sofra alguma alteração de status.

A Figura 10 tem por objetivo ilustrar o circuito lógico do *mote Smart Window*, tendo em vista que este é o circuito funcional capaz de identificar se uma janela foi aberta ou fechada seguido da notificação ao seus proprietários.

5.5.3 A Lógica

A comunicação entre o *Mote* e o Cliente será mediada pela rede *Wi-Fi* previamente configurada na inicialização do *mote*. Conforme a figura 11, o *mote* tem a função de publicar (*publish*) suas informações através da conexão *Wi-Fi* para o *Broker MQTT*, onde assim, o Cliente que estiver devidamente conectado à Internet e que possua inscrição(*subscribe*) para monitoramento do *mote* será notificado sobre a detecção de abertura ou fechamento da janela.

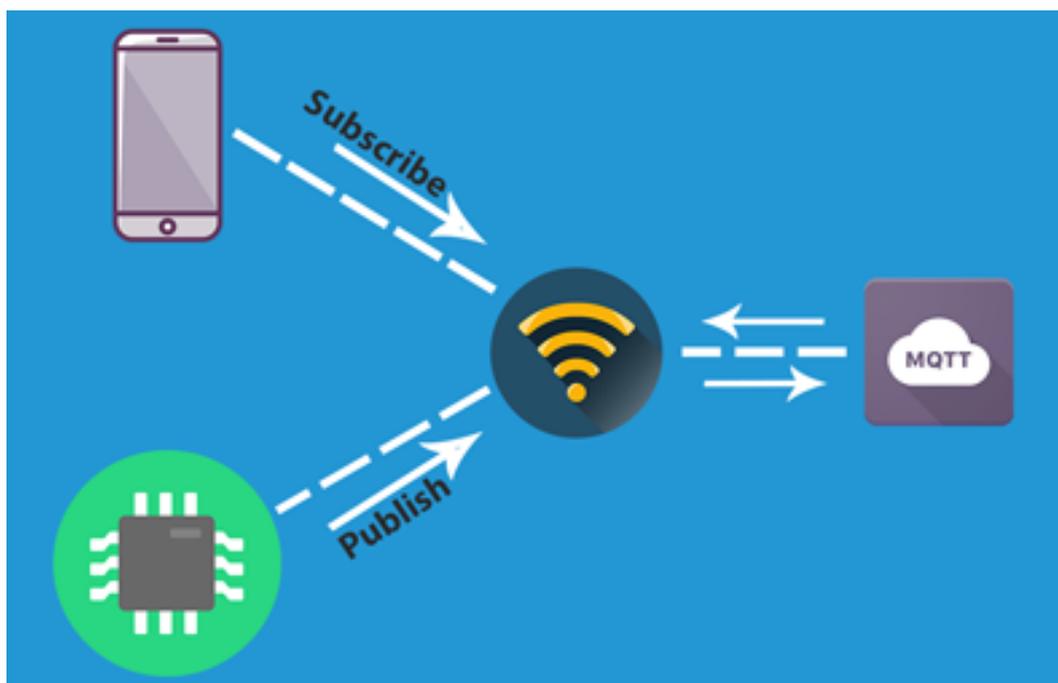


Figura 11 – Fluxo de funcionamento (Fonte: O Autor)

6 RESULTADOS

Após o desenvolvimento do *mote*, chegou-se a um produto com um tamanho muito reduzido se comparado com o primeiro protótipo confeccionado, com o intuito de obter-se um produto imperceptível quando instalado em uma janela. Na Figura 12, é possível observar o primeiro protótipo e em contra posição, na Figura 13 é possível observar o *mote* final. O primeiro protótipo possuía as seguintes dimensões, 12cm de comprimento x 10cm de largura, em contra partida, no *mote* final foi atingido as seguintes dimensões, 5cm de comprimento x 4,5cm de largura, sendo assim, obteve-se uma redução acima de 50% no tamanho físico final do *mote*.

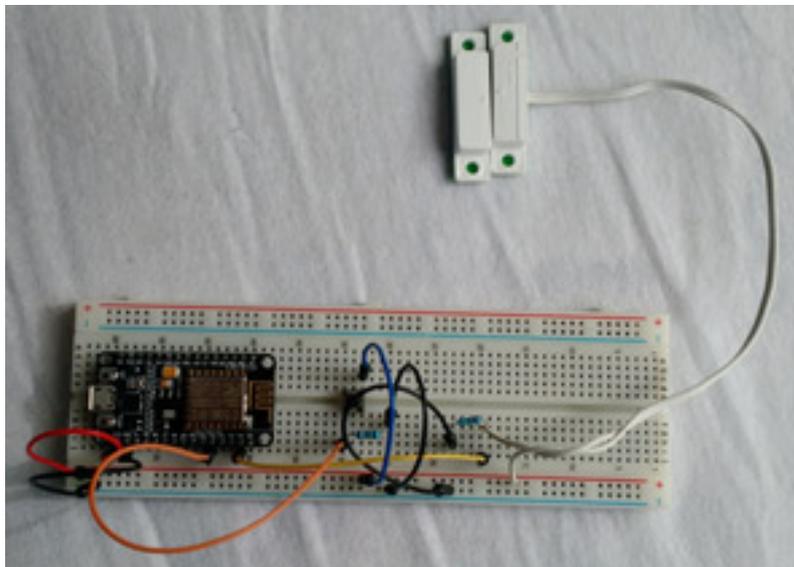


Figura 12 – Primeiro Protótipo (Fonte: O Autor)



Figura 13 – *Mote* Final (Fonte: O Autor)

A lógica implementada possibilitou que o *mote* seja facilmente configurado por um usuário final visando eliminar a necessidade de que um técnico especializado seja acionado para

realizar a configuração.

Através da Figura 14 é possível observar o cenário em que o *mote* foi submetido a testes, onde o *mote* por sua vez foi instalado em uma janela apresentando-se com o status de fechada.



Figura 14 – Cenário com janela fechada (Fonte: O Autor)

Com isto, após configurado o caminho do referido *mote* em um celular, obteve-se a seguinte notificação através do aplicativo *MQTT Dashboard*, conforme a Figura 15.

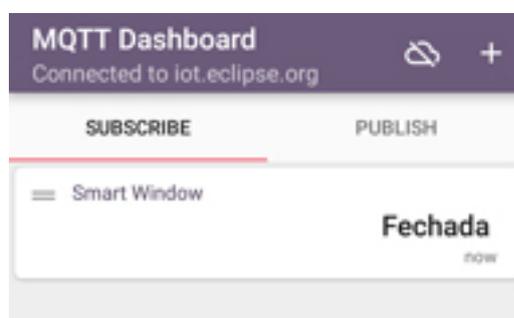


Figura 15 – Notificação com janela fechada (Fonte: O Autor)

Posteriormente a notificação de que a janela encontrava-se fechada foi realizado o teste de abertura desta mesma janela, onde o *mote* por função primordial detectou a alteração de status e no mesmo instante enviou uma notificação para o celular que estava autorizado a monitorar está janela através do aplicativo *MQTT Dashboard*, conforme ilustrado através da Figura 16 e 17.



Figura 16 – Cenário com janela aberta (Fonte: O Autor)

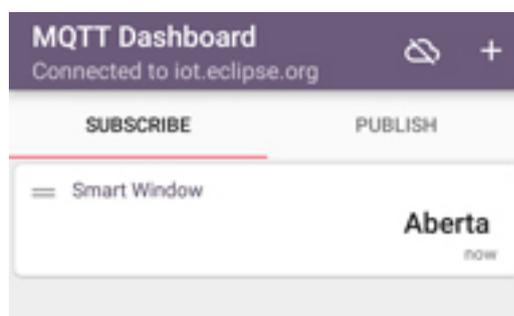


Figura 17 – Notificação com janela aberta (Fonte: O Autor)

Através dos testes realizados, é possível observar que o pouco que a janela é aberta o *mote* é capaz de identificar e efetuar a notificação a um usuário ou vários. Alcançou-se resultados satisfatórios no quesito notificar o usuário após a detecção de alteração de status na janela, no qual, após detectado tal alteração o *mote* é capaz de enviar uma notificação em até 8 segundos dependendo da velocidade de conexão em que este *mote* estará conectado.

Outra funcionalidade e não menos importante, a qual foi alcançada, é a possibilidade de mudança de local sem perder suas funcionalidades, ou seja, o usuário será capaz de fazer com que o *mote* possa ser configurado em uma nova janela ou em uma nova conexão de internet através de um pequeno botão.

Através da implementação de economia de energia, quando o *mote* é alimentado por bateria é estimado que a sua autonomia seja capaz de alcançar 8 meses de funcionamento, considerando que a bateria possui uma capacidade de 500mAh em um cenário que a janela será aberta e fechada 2 vezes ao dia.

Tratando-se de dificuldades encontradas no decorrer do desenvolvimento, faz-se necessário apresentar que a maior dificuldade encontrada foi a questão de que o campo magnético gerado sob o sensor *Reed Switch* através de um ímã impactou muito no momento de "acordar" o *mote*, pois este campo magnético acabou dificultando que a ação de "acordar" fosse facilmente implementada, através disso, o presente *mote* necessitou ser "acordado" através de um botão, o qual já existe na placa do chip ESP8266.

Como trabalho futuro, a confecção de um "case" ou embalagem para este *mote* faz-se necessário, visto que irá aumentar significativamente a apresentação do produto bem com a resistência e confiabilidade do *mote* para com seus usuários.

7 CONCLUSÃO

Após apresentado o *mote Smart Window* é possível concluir que, fazendo uso do chip ESP8266 é praticável obter resultados interessantes quanto a desempenho e economia, saliento em dizer que atrelando este chip ao protocolo *MQTT* tem-se uma rápida e confiável troca de informações em tempo real. Considera-se que este *mote* pode ser uma ótima solução para Smart Home no âmbito da Internet das Coisas, visto que este *mote* possui um baixo custo de implementação e consistência nos dados.

Em relação a custos de desenvolvimento, a prototipação final do *mote* ficou em torno de R\$55,00 sendo este um valor relativamente baixo considerando-se que o *mote* foi feito em pequena escala de produção, ou seja, apenas o protótipo.

Novas pesquisas e implementações podem ser realizadas sob este trabalho sendo elas, a implementação deste mesmo circuito fazendo uso de um chip ainda menor visando reduzir ainda mais o tamanho final do *mote*. Buscar a execução de testes para se obter resultados concretos no quesito economia de energia fazendo uso de baterias para que o *mote* se torne ainda mais autônomo em suas funções. Em trabalhos futuros também é possível abranger mais objetos para monitoramento e não apenas janelas, visto que, é possível instalar sensores de movimento como é o caso do *reed-switch*, em portas, onde assim obtêm-se alertas quando aberta ou fechada.

8 REFERÊNCIAS

ADAFRUIT. **Adafruit HUZZAH ESP8266 Breakout**. Disponível em <https://www.adafruit.com/product/2471>. Acesso em: 30 mar. 2017.

ALECRIM. **O que é Wi-Fi (IEEE 802.11)?**. Disponível em <https://www.infowester.com/wifi.php>. Acesso em: 5 jul. 2018.

CATALÃO, João P. S. **Smart Home Communication Technologies and Applications: Wireless Protocol Assessment for Home Area Network Resources**. Disponível em <http://www.mdpi.com/1996-1073/8/7/7279>. Energies, p. 7281-7285, 2015.

DE OLIVEIRA, SÉRGIO. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI**. 1. ed. Novatec Editora, 2017. ISBN 9788575225813.

DIAMOND, Mike. **ESP 8266 Mailbox Notifier using DeepSleep and Blynk**. Disponível em <http://www.whatimade.today/esp-8266-mailbox-notifier-using-deepsleep-and-blynk/>. Acesso em: 29 mar. 2017.

DIAMOND, Mike. **Quick Effective Low Cost Home Protection with Raspberry Pi and ESP8266**. Disponível em <http://www.whatimade.today/quick-effective-low-cost-home-protection-with-raspberry-pi-and-esp8266/>. Acesso em: 5 abr. 2017.

DOS SANTOS, Nuno Miguel Lopes. **Dispensador de Medicamentos**. Disponível em <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090414517/dissertacao.pdf>. Técnico Lisboa, p. 25, 2015.

EBAY. **ESP8266**. Disponível em <http://www.ebay.com>. Acesso em: 4 abr. 2017.

FERRONATO, Mariana. **Smart Home ou Casa Inteligente: Tudo o que o mercado imobiliário precisa saber!**. Disponível em: <http://www.marketingimob.com/2016/09/smart-home-automacao-residencial.html>. Acesso em: 5 maio 2017.

FILIPEFLOP. **Módulo WiFi ESP8266 ESP-201**. Disponível em <http://www.filipeflop.com/pd-2c1419-modulo-wifi-esp8266-esp-201.html>. Acesso em: 4 abr. 2017.

HPE. **O que é Internet das Coisas?**. Disponível em <https://www.hpe.com/br/pt/what-is/internet-of-things.html>. Acesso em: 01 abr. 2018.

MAGALDI, Hélio Reis. **Alarmes O livro do instalador**. Disponível em <https://books.google.com.br/books?id=r4M4dJLn1ZYCpg=PA44lpg=PA44dq=livro+sobre+reed+switch-source=blots=gSxqorUghXsig=cLN9K6cudrAP7AN4dhxCKIopd4khl=pt-BRsa=Xved=0ahUK-Ewi9xPD-n6PTSAhVJpAKHTPiBXEQ6AEIRDAKv=onepageqf=false>. Ed. Novatec, p.132, 2008.

MINATEL, Pedro. **Modos de economia de energia no ESP8266**. Disponível em <http://pedrominatel.com.br/pt/esp8266/modos-de-economia-de-energia-no-esp8266/>. Acesso em: 9 mar. 2017.

MORAIS, Jose. **Memória não Volátil EEPROM do ESP8266**. Disponível em <https://portal.vidadesilicio.com.br/EEPROM-ESP8266-Memoria-nao-volatil/>. Acesso em: 4 jun. 2018.

NEWTONCBRAGA. **Como funciona o Reed Switch (ART373)**. Disponível em <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/2462-art373>. Acesso em: 26 mar. 2017.

PUC-RIO. **Redes Locais sem fio IEEE 802.11**. Disponível em https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/5688/5688_4.PDF. Acesso em: 5 jul. 2018.

SANTOS, Rui. **Monitor Your Door Using Magnetic Reed Switch and Arduino**. Disponível em <http://randomnerdtutorials.com/monitor-your-door-using-magnetic-reed-switch-and-arduino/>. Acesso em: 22 mar. 2017.

SMART HOME ENERGY. **What is a "Smart Home"?**. Disponível em <http://smarthomeenergy.co.uk/what-smart-home>. Acesso em: 21 maio 2017.

SOLIMAN, Moataz. ABIODUN, Tobi. HAMOUDA, Tarek. ZHOU, Jiehan. LUNG, Chung-Horng. **Smart Home: Integrating Internet of Things with Web Services and Cloud Computing**. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/document/6735443/>. IEEE, p. 317, 2013.

TUDOFORTE. **Sensor Magnético Sem Fio ECP Intruder Presença Portas e Janelas**. Disponível em <https://www.tudoforte.com.br/alarmes/sensores-magnetico/ecp-f105547-intruder-magnetico>. Acesso em: 17 mar. 2017.

TUDOSOBREIOT, **O que é IoT**. Disponível em <http://tudosobreiot.com.br/OQUEEIOT>. Acesso em: 01 abr. 2018.

TULY, Kaniz Fatema. **A Survey on Novel Services in Smart Home (Optimized for Smart Electricity Grid)**. Disponível em http://its-wiki.no/images/7/73/MSc_The_sis_Tuly.pdf.

Norwegian University of Science and Technology, p.14-23, 2016.

USINAINFO. **Módulo Wifi ESP8266 Serial - ESP-201**. Disponível em <http://www.usinainfo.com.br/modulos-para-arduino/modulo-wifi-esp8266-serial-esp-201-4782.html>. Acesso em: 4 abr. 2017.

VICENZI, Alexandre. **IoT – Configurando um MQTT broker**. Disponível em <http://www.dobitaobyte.com.br/iot-configurando-um-mqtt-broker/>. Acesso em: 25 abr. 2018.

YUAN, Michael. **Conhecendo o MQTT**. Disponível em <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>. Acesso em: 25 abr. 2018.