

**INTERNET DAS COISAS:
CLIENTE EM TEMPO REAL (DATALOG E ACESSO REMOTO)**

***INTERNET OF THINGS:
CLIENT IN REAL TIME (DATALOG AND REMOTE ACCESS)***

Felipe Canal Mantovani¹

Rogério Máximo Rapanello²

RESUMO

Internet das coisas atualmente já é um tema muito discutido na sociedade e no mundo dos negócios deu início a diversas empresas deste seguimento. Com isso, apareceram inúmeras plataformas de visualização, armazenamento e gerenciamento de dados (os *broker's*) e vem surgindo uma nova era de investimentos, pesquisas e ideias que utilizam o conceito. Numa visão geral, tudo aquilo que antes não era conectado ou acessado pela internet, agora pode ser possível através da utilização da coleta de dados e o acesso remoto a atuadores, que se tornou imprescindível para uma vivência melhor na sociedade atual. Neste trabalho é desenvolvido um protótipo de testes capaz de coletar dados de temperatura, umidade, luminosidade, luz (ligada/desligada) e enviar acionamento de uma saída (liga/desliga) para uma plataforma de dados, disponibilizando estas informações e atuação na saída através de *broker* em tempo real em dispositivos móveis, com hardwares e softwares facilmente encontrados no mercado e de custo acessível.

Palavras-chave: Internet das Coisas. esp8266. Protocolo MQTT. ThingSpeak. Datalog.

¹ Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: felipe.mantov.eng@gmail.com.

² Docente em Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: rogerio_rapanello@yahoo.com.br.

ABSTRACT

Internet of things today is already a topic much discussed in society and in the business world has started several companies of this follow up. As a result, numerous visualizations, storage and data management platforms (the broker's) have appeared and a new era of investments, research and ideas that use the concept has emerged. In a nutshell, anything that was not previously connected or accessed via the Internet can now be possible through the use of data collection and remote access to actuators, which has become essential for a better living in today's society. In this work a prototype of tests is developed capable of collecting data of temperature, humidity, luminosity, light (on / off) and sending a trip of an output (on / off) to a data platform, providing this information and acting in the output through of real-time broker on mobile devices, with hardware and software easily found in the market and affordable.

Keywords: Internet of Things. esp8266. MQTT Protocol. ThingsSpeak. Datalog.

1 INTRODUÇÃO

A internet das coisas vem se tornando comum a cada dia. Apesar de ser um conceito novo e revolucionário, já existem especulações e pensamentos sobre este tema há alguns anos. No ano de 1980 o filósofo Pierre Lévy em um dos seus estudos levanta a idéia de coletividades pensantes entre homens e coisas e denominou de “ecologia cognitiva”. Depois de alguns anos, este pensamento inspirou um relatório para a *World Summit on the Information Society*, com o suposto nome “internet das coisas” (DINIZ, 2006).

Em 1991 uma revista americana publica um artigo com o nome *The computer of 21st Century de Mark Weiser* que falava sobre computação ubíqua. De forma ainda escondida a idéia da internet das coisas é publicada em um livro em 1999, pelo diretor do consórcio de pesquisa *Things that Thinks*, que falava de computação usável e algumas preocupações com objetos que processam informações. Após isto o verdadeiro nome é utilizado em 2001 no livro branco de *Brock*, pesquisador do *auto-ID Center*. No entanto, o pesquisador Kevin Ashton do mesmo local diz já ter

usado o termo no ano de 1999 no seu projeto de etiquetas RFID (*Radio-Frequency Identification*) (SINGER, 2012).

Depois deste início e com o nome publicado, a nova tecnologia ganha diversos olhares técnicos e sociais (LEMOS, 2013). Em 2005 a internet das coisas virou tema da pauta da (ITU) *International Telecommunication Union*, agência das Nações Unidas para tecnologias da informação e comunicação, responsável por gerar relatórios anuais a respeito de novas tecnologias em desenvolvimento (SINGER, 2012).

O número de objetos conectados à internet no ano de 2008 já ultrapassava a quantidade de humanos no mundo todo (LEMOS, 2013). Neste mesmo ano teve início uma plataforma, a *patchube*, onde as pessoas conseguiam conectar os sensores que quisessem e armazenar as suas informações em tempo real, fora do meio industrial. Este fato alavancou ainda mais a internet das coisas e o número de objetos conectados. Ainda em 2008 foi realizada a primeira conferência para discussão do tema em Zurique, na Suíça (SINGER, 2012).

Com a internet das coisas em constante avanço as indústrias de computação uniram-se às indústrias de telecomunicações, trabalhando em desenvolvimentos na microeletrônica e no wireless, para constituir cada vez mais as redes de computação ubíqua, com intuito de interligar humanos a objetos, objetos a humanos e objetos a objetos, e, com essas redes tornando esta conexão possível, objetos conectados e se comunicando podem realizar diversas ações no cotidiano sem que pessoas estejam atentas ou observando (SANTAELLA et al., 2013).

No contexto atual, a internet das coisas vem sendo aplicada e fazendo a diferença no meio industrial com intuito de interligar humanos e objetos do processo, tudo isso conectado e processando dados em tempo real, tornando possível a tomada de decisão rápida, uma linha de produção mais versátil e com menos problemas (MENDES; SIMEON; DE CAMPOS, 2017).

Com o grande crescimento da internet das coisas, na questão disponibilidade dos dados de sensores para nuvem e acesso remoto a atuadores, este trabalho tem como objetivo montar um protótipo de testes, capaz de realizar leituras e interagir em ambientes residências e comerciais do tipo, temperatura, umidade do ar, iluminação e acesso a ligar e desligar um atuador, que não cause alterações

significativas no ambiente em que for instalado, com o intuito de verificar a viabilidade dessa aplicação, funcionamento do conceito cliente em tempo real, fornecimento das informações dos sensores para uma plataforma na nuvem e acesso remoto ao atuador.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Visão geral de funcionamento da Internet das coisas

Vista como uma nova revolução tecnológica, a internet das coisas é uma infraestrutura de rede global, com capacidade de conectar o meio físico ao digital, possibilitando que dispositivos, através de seus sensores de forma autônoma, explorem e colem dados e interajam com o ambiente ou repassem esses dados através das suas redes de comunicação com a internet, tornando possível que pessoas além de terem acesso a esses dados também interajam com os dispositivos conectados (SOUZA, 2015).

Segundo Souza e De Carvalho (2017), uma das tecnologias que está ligada com o grande crescimento da internet das coisas é a possibilidade de conexão dos dispositivos e armazenamento de dados nas nuvens, facilitando o processamento e análise destes dados de maneira inteligente. Além disso, possibilita a troca de informações entre dispositivos de lugares distintos sem que nenhum humano esteja no controle.

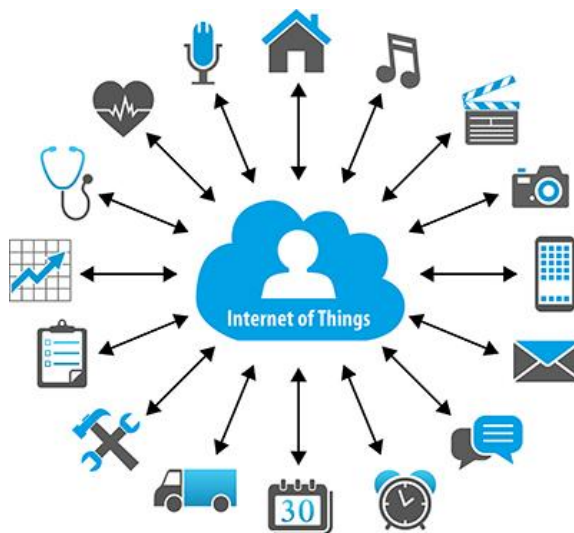
Com o crescimento de forma exponencial das aplicações de internet das coisas, o potencial humano vem sendo ampliado cada vez mais para o desenvolvimento de diversas áreas tanto do ponto de vista econômico como social, mas, para que tudo isso ocorra de forma correta é necessário que todas as informações sejam tratadas de maneira transparente, garantindo, assim, a interoperabilidade do sistema (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015).

2.1.1 Áreas de aplicação, desafios e segurança

Muitas são as evidências no mundo atual da dependência da internet para a realização de diversas tarefas do cotidiano e, com a ubiquidade que a internet das

coisas oferece, em um futuro próximo, muitos serão os avanços de diversas áreas, possibilitando novos horizontes (SILVA; ROCHA, 2012). Na figura 1 é demonstrada como a internet das coisas pode abranger diversas áreas.

Figura 1. Áreas de possibilidade de aplicação de internet das coisas



Fonte: Lins (2015)

É notório na figura acima porque o termo ubiquidade está totalmente ligado à internet das coisas, afinal, sua aplicação, como o próprio nome ressalta, é para todas as coisas. No entanto, de acordo com Lacerda e Lima-Marques (2015), existem alguns desafios para que esta nova tecnologia seja inserida em todas as áreas, como as socioculturais, econômicas e filosóficas, pois, se trata de disponibilidade de informações de baixo e alto nível de segurança, que podem envolver privacidade, usabilidade e consentimento do usuário.

A segurança dos dados trafegados, segundo Pinto Junior, Silva e Xavier (2017), ainda são uma das principais questões a serem tratadas e resolvidas. Muitos são os estudos em comunicação e distribuição das informações e poucos em aspectos de segurança, onde as soluções já existentes tornam o projeto inviável, devido à necessidade de altos processamentos para a troca de informações. Para que possa alcançar um nível maior em aceitação das pessoas, isso deve ser melhorado.

2.2 Driver Nodemcu (esp8266), Comunicação (Redes sem fio)

O Nodemcu é um dispositivo com código aberto desenvolvido para aplicações de internet das coisas. Sua programação pode ser desenvolvida em código lua, equipado com o módulo sem fio SOC esp8266 que possibilita o acesso à internet e permite uma leitura rápida dos sensores ligados ao dispositivo (DE OLIVEIRA; BASTOS-FILHO, 2017). Para aplicações que necessitam de atualização em funcionamento e a distância, o módulo esp8266 também pode ser aplicado devido à sua atualização OTA (*Over The Air*), que torna possível sua utilização pelas redes WiFi (DE OLIVEIRA, 2017).

Segundo Lugli e Santos (2014), as redes sem fio estão em constante evolução desde o ano de 1996, onde um grupo de engenheiros do IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) definiu padrões para os tipos de interconexões que se comunicavam sem cabo, tal que foi muito questionada na questão de segurança das informações trocadas, mas teve boa popularidade devido a alguns fatores como: cabeamento nas instalações, manutenção, interoperabilidade, mobilidade e espaço.

Essas redes de comunicação sem fio têm um papel de extrema importância em projetos de internet das coisas. Elas possibilitam a conectividade dos sistemas com os ambientes e permitem a troca de informações dos dispositivos (DE SOUZA et al, 2016). A tabela a seguir mostra as redes sem fio que podem ser aplicadas em internet das coisas.

Tabela 1. Redes sem fio que podem ser aplicadas em projetos de internet das coisas e suas características técnicas

Parâmetros	WiFi	WiMAX	LR-WPAN	Comunicação Móvel	Bluetooth	LoRa
Padrão	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac	IEEE 802.16	IEEE 802.15.4 (ZigBee)	2G-GSM, CDMA, 3G-UMTS, CDMA2000, 4G-LTE	IEEE 802.15.1	LoRaWAN R1.0
Intervalo de Frequência	5GHz-60GHz	2GHz-66GHz	868/915MHz, 2.4GHz	865MHz, 2,4GHz	2.4GHz	868/900MHz

Velocidade de Transmissão	1Mb/s-6,75Gb/s	1Mb/s-1Gb/s (fixo) 50-100Mb/s (móvel)	40-250Kb/s	2G: 50-100Kb/s, 3G: 200Kb/s, 4G: 0,1-1Gb/s	1-24Mb/s	0,3-50Kb/s
Alcance	<100m	<50Km	10-20m	Toda cobertura de área do celular	8-10m	<30m
Topologia	Estrela	Ponto Multiponto Mesh	Estrela, Cluster, Malha	Estrela	Estrela	Estrela
Segurança	WEP, WPA, WPA2	128/256 bits AES/3DES	128 bits AES	2G: GEA(2)(3)(4), A5/(4)(3) 3G: USM 4G: SNOW 3G Stream Cipher	56-128 bits	128 bits AES
Energia Consumida	Alta	Média	Baixa	Média	Bluetooth: Média BLE: Muito Baixa	Muito Baixa
Custo	Alto	Alto	Baixo	Médio	Baixo	Alto

Fonte: De Souza et al (2016)

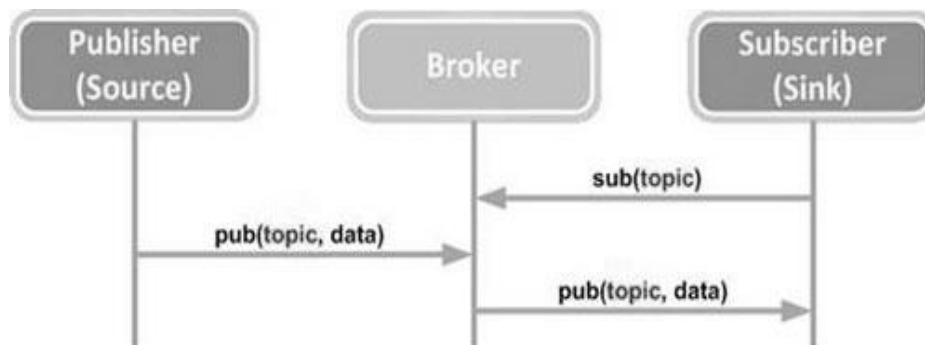
Na tabela 1 é possível observar a quantidade de parâmetros que cada rede tem para ser analisada para aplicação adequada em algum projeto, sendo estes muito importantes para uma aplicação de qualidade.

2.3 Protocolos MQTT e HTTP

O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*), desenvolvido pela IBM e Eurotech no ano de 1999, visa os ambientes de internet das coisas (BEVILAQUA, 2016), para funcionar com um protocolo M2M (*Machine-to-Machine*) baseado na troca de mensagens do tipo publicação/assinatura junto a um *broker*, que é responsável por receber as informações de um determinado tópico e repassar para o usuário que tem assinatura no mesmo (DE OLIVEIRA, 2017).

Com base na arquitetura disposta na figura 2 é possível compreender o funcionamento e a versatilidade do protocolo e como o *broker* distribui as informações entre publicação e assinatura. Também é possível observar que um dispositivo pode ter uma das modalidades do protocolo ou as duas juntas.

Figura 2: Arquitetura de funcionamento do protocolo MQTT



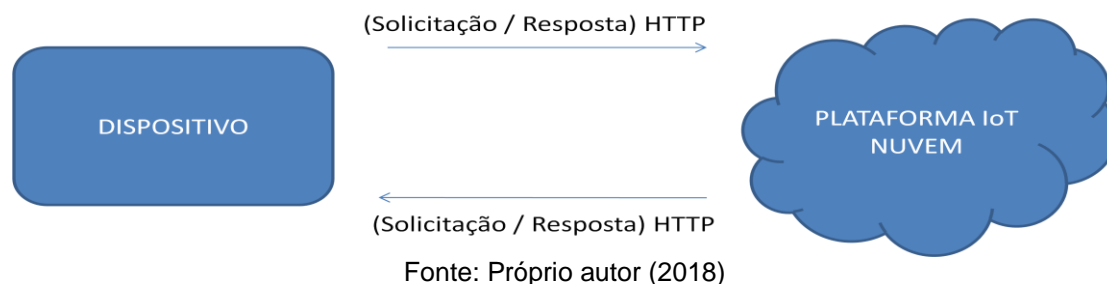
Fonte: De Oliveira e Bastos-Filho (2017)

A segurança na aplicação deste protocolo é feita através do QoS (Quality of Service), que trabalha com a retenção de dados e criptografia SSL (Secure Sockets Layers) que, quando utilizados, consomem um pouco mais de banda no tráfego da mensagem (BEVILAQUA, 2016).

Segundo Javed (2017), o HTTP (*Hiper Text Transfer Protocol*) é um protocolo padrão que a internet usa e também é utilizado na internet das coisas. Diversas são as maneiras de trafegar dados com este protocolo, as duas mais comuns e populares são a GET (*Get Data*) e POST (*Posting Data*), sendo ambas similares. Na GET existe um limite na quantidade de dados transmitidos quando comparada com a POST. A segurança da segunda também é melhor em relação à primeira.

A figura 3 demonstra como o protocolo HTTP é utilizado em aplicações de internet das coisas, onde pode-se observar que há comunicação direta do dispositivo para o servidor que, na maioria das vezes, se encontra na nuvem. A solicitação e resposta podem ser realizadas de ambos os lados (DE OLIVEIRA; BASTOS-FILHO, 2017).

Figura 3. Esquemático de Comunicação do protocolo HTTP quando utilizado em aplicações de internet das coisas



2.4 Plataformas para Internet das coisas, Plataforma ThingsSpeak

As plataformas para internet das coisas permitem que os usuários que desenvolvem e administram projetos na área deixem de perder tempo e gastar receita com instalações. Essas plataformas possibilitam centralizar suas aplicações em único local e de forma segura. Com isso, os desenvolvedores aceleraram suas aplicações devido à disponibilidade de ferramentas para ambientes em nuvens (JAVED, 2017).

Uma aplicação comum que envolve plataformas para internet das coisas, segundo De Oliveira (2017), é ter a função de um *data log* que, antes do surgimento destas plataformas era feito manualmente, em seguida automatizado para armazenamento local e depois em servidores de rede. O surgimento e facilidade desta tecnologia, tornaram possível o registro em nuvem de dados obtidos através de um sensor conectado à plataforma, economizando, assim, toda infraestrutura de armazenamento e facilitando o acesso remoto às informações dos sensores.

Para Javed (2017, p. 252), uma plataforma de qualidade tem que disponibilizar,

brokers MQTT, servidores HTTP, suporte a API REST, banco de dados para armazenar dados de sensores, Node-RED para cenários complexos, localização de dispositivos, comunicação segura, relatórios, análises e ferramentas de fácil utilização para construir apps móveis e para web.

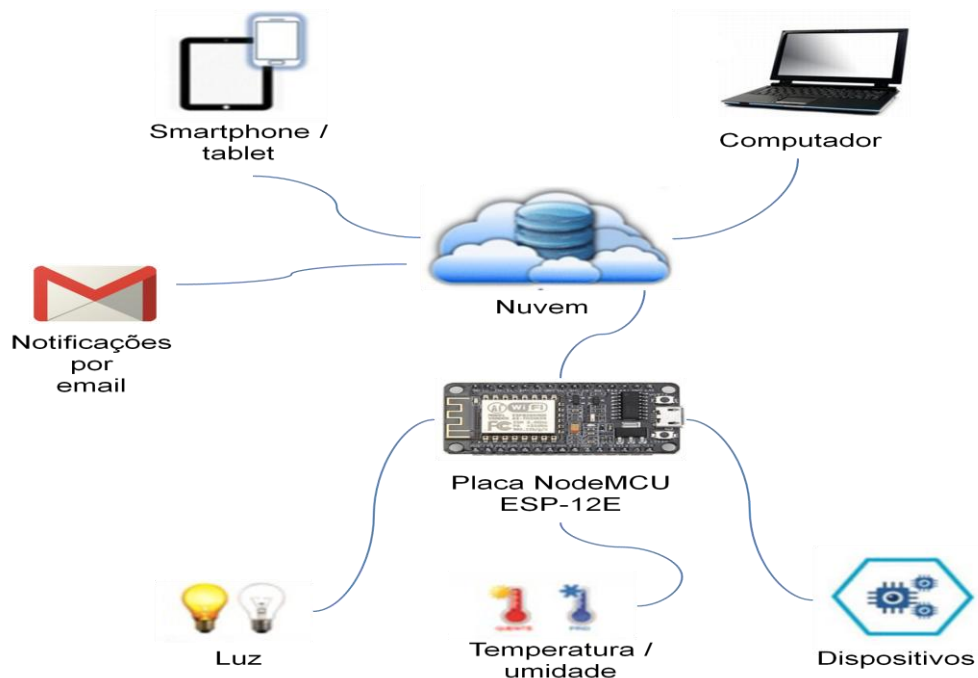
Uma das plataformas muito utilizada nos projetos de internet das coisas é a *ThingsSpeak*. Com ela é possível receber dados de sensores, analisar esses dados, plotar gráficos para melhor visualização, criar reações interligadas aos dados recebidos, envio de *tweeters* que possibilitam a interação com outras plataformas e ações via protocolo HTTP. As interfaces desta plataforma deixam as aplicações mais intuitivas para análise do usuário (DE OLIVEIRA, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do protótipo de testes

O protótipo de testes consiste em uma placa para desenvolvimento NodeMCU ESP-12E com capacidade de conexão com a internet sem fio, disponibilidade de programação para funcionar junto a plataformas de internet das coisas (que torna possível o compartilhamento das variáveis lidas), envio de notificações por email e acesso as informações do protótipo pelo usuário. Também contém na mesma placa conexões para sensores e atuadores, onde foram ligados os sensores (DTH22) que possibilitam a leitura de temperatura e umidade (módulo sensor de luz para Arduino que responde a variações, ausência ou presença de luz) e como atuador um LED que simula a atuação em dispositivos. A figura 4 demonstra uma idéia geral de como o protótipo irá funcionar desde os sensores e atuador, até os dispositivos que poderão acessar as informações.

Figura 4. Visão geral do funcionamento do protótipo



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2 Hardwares utilizados

- 1 - NodeMCU ESP-12E
- 1 - Sensor temperatura e umidade (DTH22)
- 1 - Resistor de 10000 Ω
- 1 - Modulo sensor de luz para Arduino
- 1 - LED de 3 V
- 1 - Resistor de 100 Ω
- 1 - Fonte de (5 V / 1,5 A)
- 2 - *Protoboard* de 400 furos
- 1 - *Smartphone* com *Android*
- 1 - Computador (com acesso a internet)
- 1 - Conector P4 macho
- 1 - Conector P4 fêmea

3.3 Softwares utilizados

Para desenvolver, testar, observar e descarregar toda a programação necessária para a placa de desenvolvimento foi utilizado o *software* Arduino IDE. As definições de parâmetros e programação da plataforma de internet das coisas *ThingSpeak* e do *Broker* MQTT foram realizados através do navegador *Google Chrome* acessando as páginas das mesmas. Em uma de suas funções, a plataforma disponibiliza o acesso às informações via aplicativo no celular, o *ThingView*, e para o acesso ao recebimento e envio de comandos ao *Broker* no celular o aplicativo *MQTTDash*.

3.4 Montagem e programação dos *hardwares*

Utilizando a *protoboard* para apoio da montagem, os sensores foram ligados nos pinos da placa NodeMCU, o sensor DTH22 ligado no pino digital (D7), o módulo de luz utilizou dois pinos: um ligado na entrada analógica (A0) e o outro ligado no pino digital (D2), o LED ligado no pino digital (D1). As alimentações dos sensores foram colocadas direto na placa de desenvolvimento nos pinos 3 V (Vcc) e G (GND), sendo a placa alimentada com uma fonte de (5 V/1,5 A).

Para a programação dos sensores, atuadores, *broker* e plataforma na nuvem, na placa de desenvolvimento foram utilizadas as bibliotecas: (ESP8266WiFi.h) para conexão da placa de desenvolvimento com a internet sem fio; (DTH.h) para o sensor de temperatura e umidade; (ThingSpeak.h) para enviar e receber informações da plataforma na nuvem; (PubSubClient.h) utilizada para escrita e leitura de comandos do *broker*. O módulo sensor de luz e o LED não necessitam de biblioteca, apenas utiliza as programações comuns e disponíveis para a placa, onde foram programados com direcionamento dos pinos, *input* no sensor de luz e *output* para o LED.

3.5 Programação da plataforma *ThingSpeak* e Aplicativo *ThingView*

Acessando o site da plataforma foi realizado um cadastro e com isso foram fornecidos os acessos a criação de canais e funções da plataforma. Utilizando a aba canais foi possível a criação de um canal para que as informações do protótipo fossem acessadas, onde se realizou as configurações de nome do canal, habilitado os campos de 1 a 5 e seus respectivos nomes para serem mostradas as informações em gráficos de temperatura, umidade, luz (ligada/desligada), porcentagem de luz e saída. Depois de finalizar as programações e salvar, a plataforma fornece dois API (Interface de programação de aplicações) *Key*, um para escrita e outro para leitura, códigos estes que foram utilizados junto a biblioteca da *ThingSpeak* na placa de desenvolvimento para a troca de informações com a plataforma. Na figura 5 é possível visualizar como a plataforma disponibiliza as configurações citadas neste parágrafo.

Figura 5. Página de configuração da plataforma *ThingSpeak* para direcionamento e recebimento das informações dos dispositivos

ThingSpeak™ Canais ▾ Aplicações ▾ Comunidade Support ▾

New Channel

Nome

Descrição

Campo 1

Campo 2

Campo 3

Campo 4

Campo 5

Campo 6

Campo 7

Campo 8

Fonte: Site *ThingSpeak* (2018)

Outra função utilizada e encontrada na aba Aplicações da plataforma é a *React* para quando houver alguma alteração desejada ou indesejada nas variáveis de temperatura e saída que são enviadas e mostradas na *Thingspeak*, o usuário possa ser notificado. Para essa função funcionar foi necessário cadastrar um *ThingHTTP* nas configurações encontrado na mesma aba citada acima.

No aplicativo de celular também foi configurado o código API Key e número do canal fornecido pela criação do canal, o que possibilitou o acompanhamento em tempo real das variáveis lidas esboçadas em gráficos.

3.6 Programação do *Broker MQTT* e Serviço *IFTTT (If This Than That)*

Para criação do *broker* utilizado para gerenciar o acesso a ligar e desligar a saída do protótipo, foi necessário acessar a página do *cloudMQTT* e realizar um cadastro. Este cadastro gerou um série de informações que foram inseridas na programação do protótipo para que haja troca de informações entre os dois. Estas mesmas informações foram inseridas no aplicativo *MQTTDash* para acesso via *mobile*, informações estas demonstradas na figura 6.

Figura 6. Informações do *broker*

Server	m14.cloudmqtt.com
User	eiwxflo
Password	X56772DMp8Qo
Port	18839
SSL Port	28839
Websockets Port (TLS only)	38839
Connection limit	10

Fonte: Site cloudMQTT (2018)

Com o serviço IFTTT foi possível utilizar o aplicativo *Webhooks*, que quando programado fornece um *HTTP request* com uma palavra chave e ao receber este requerimento avisa o serviço IFTTT, que foi programado para enviar um email já configurado para a conta cadastrada quando houver o requerimento.

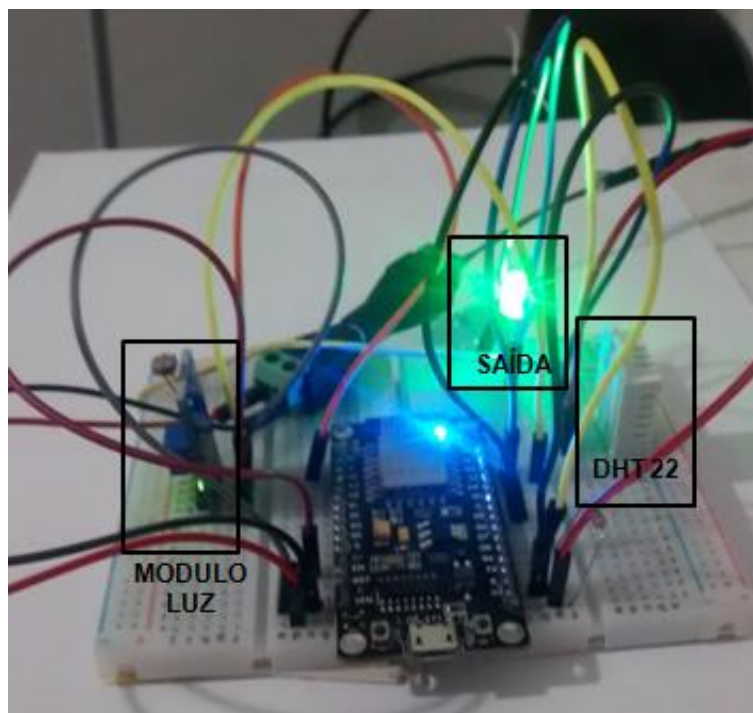
O *HTTP request* fornecido pelo serviço descrito acima foi utilizado para criação do *ThingHTTP* na plataforma *Thingspeak*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A internet das coisas vem sendo vista como uma nova revolução no mundo, aquecendo o mercado com suas novas propostas e inovações de aplicação, que têm aberto um grande espaço para novas idéias, também é destacada em alguns dos seus ramos no quesito de facilidade de aplicação, devido à melhoria e o surgimento de novos microcontroladores e microprocessadores, plataformas para armazenamento, tratamento, demonstração e visualização de dados, controladores e gerenciadores de acessos remotos a dispositivos e aplicativos para dispositivo móvel.

Então com o objetivo de testar e verificar como este novo cenário pode ser usado a favor da melhoria e inovação do mercado, a última etapa do protótipo foi a fase de teste, onde foi possível observar a montagem final, envio de dados para a plataforma *thingspeak* e o esboço dos mesmos em gráficos, acesso através de dispositivo móvel à plataforma de dados e ao *broker* e recebimento de notificações. Abaixo são apresentados todos os resultados obtidos com o protótipo desenvolvido neste artigo, com intuito de provar o conceito de aplicação de novas tecnologias e facilidade que a internet das coisas tem oferecido.

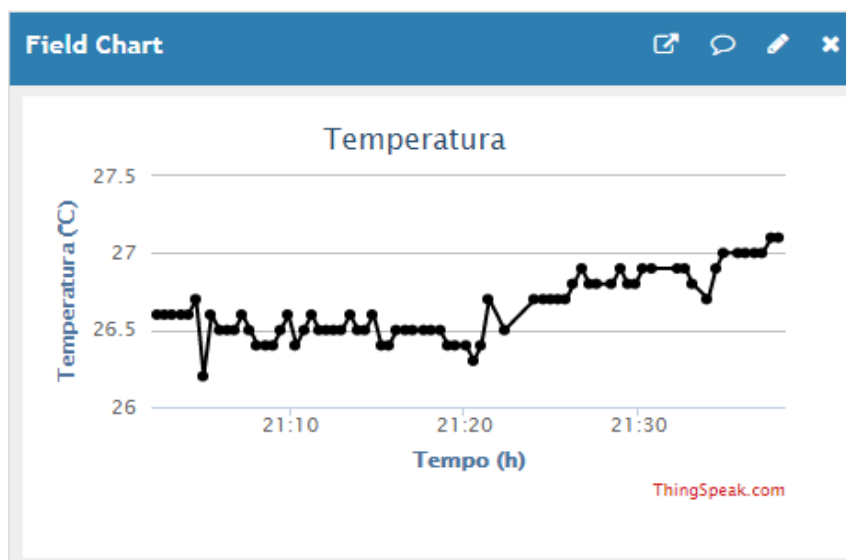
Como mostra a figura 7 o protótipo montado é compacto e multifuncional com sua conexão wifi não alteram em nada as instalações de onde pode ser colocado, ao invés disto ele agrega comodidade e tranquilidade ao usuário, não necessita de IP fixo e nem de direcionamento de portas, devido o *APIrest* da plataforma de dados e usuário e senha do *broker*, o direcionamento é feito todo na nuvem.

Figura 7. Montagem final protótipo

Fonte: Próprio autor (2018)

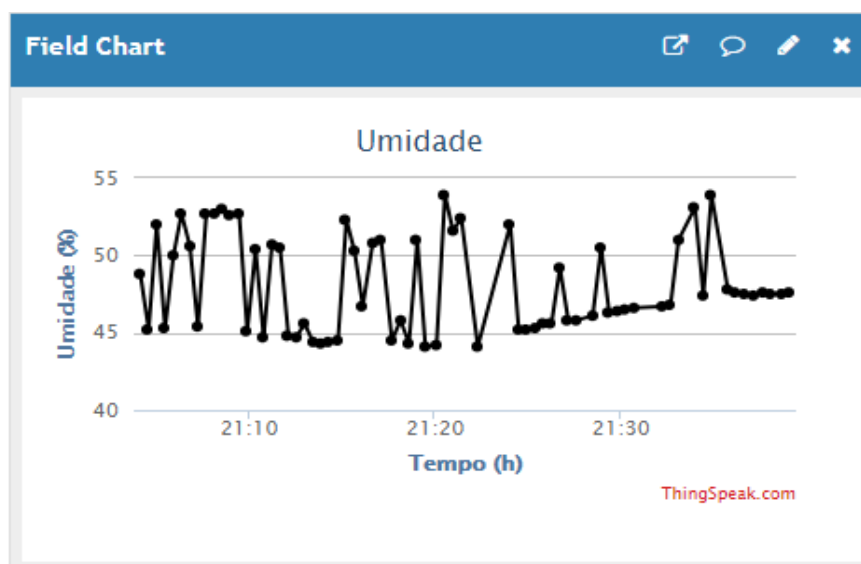
Com sua funcionalidade de cliente em tempo real, ele captura todas as informações que tem capacidade, como temperatura, umidade, luminosidade, luz (ligada/desligada), saída (ligada/desligada), demonstradas nas figuras abaixo, funcionando como um *Datalog* de eventos, deixando as informações disponíveis para acompanhamento em tempo real.

Na figura 8 é mostrado um gráfico de temperatura desenvolvido durante testes do protótipo, onde podem ser observadas as informações que foram lidas pelo sensor DHT 22 e enviadas para a plataforma de dados em um espaço de tempo.

Figura 8. Gráfico de temperatura

Fonte: Próprio autor (2018)

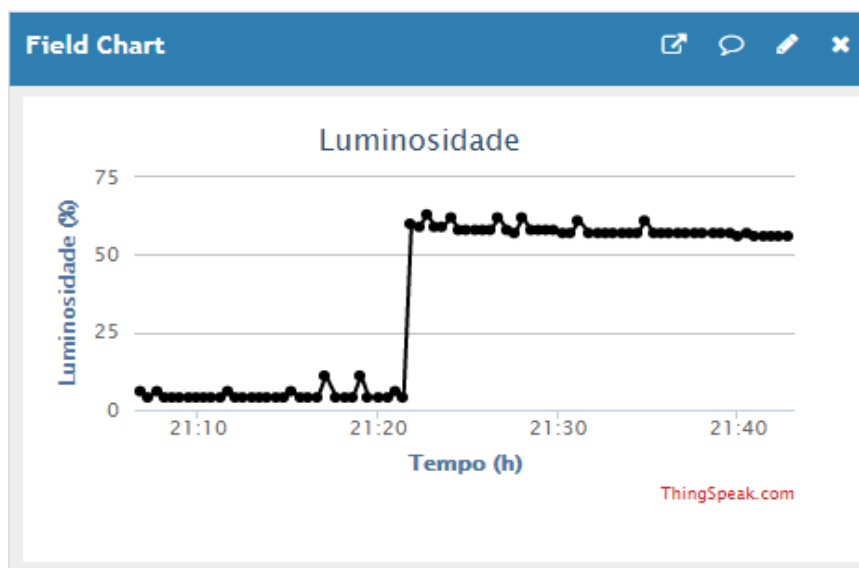
Com a figura 9 também é possível visualizar as informações de umidade em um espaço de tempo coletadas pelo sensor DHT 22 e enviados para plataforma de dados.

Figura 9. Gráfico de umidade

Fonte: Próprio autor (2018)

A figura 10 demonstra a aquisição de dados do módulo de luz, recebidos pela plataforma de dados em um espaço de tempo, sendo possível observar a variação da porcentagem de luz.

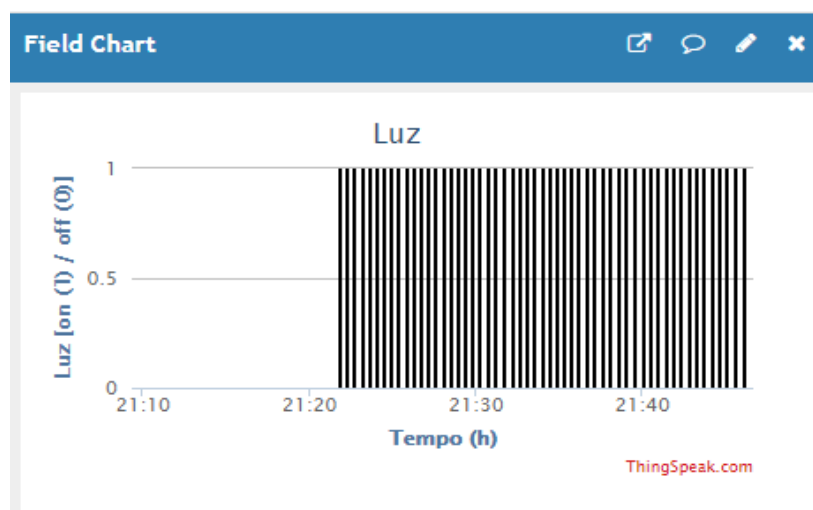
Figura 10. Gráfico de luminosidade



Fonte: Próprio autor (2018)

O gráfico mostrado na figura 11 são informações coletadas também pelo módulo de luz em um espaço de tempo e enviadas para plataforma de dados, onde pode ser observado se a luz está acesa (1) ou apagada (0).

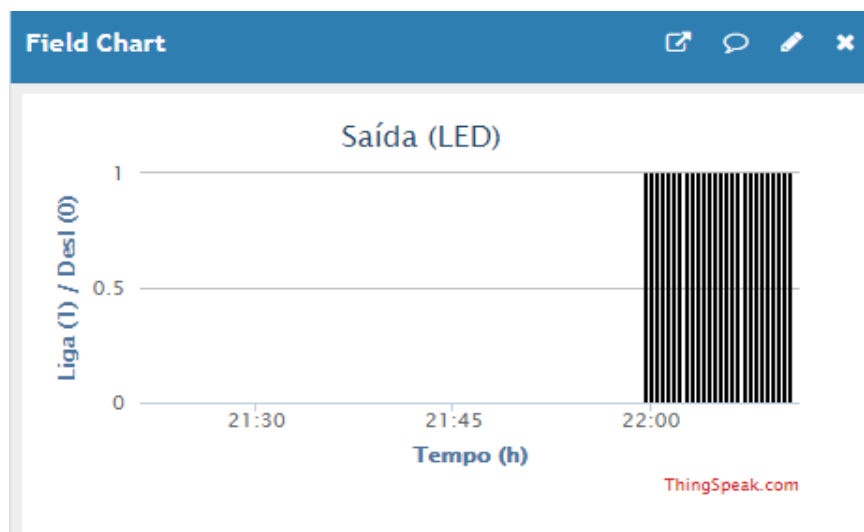
Figura 11. Gráfico de Luz (ligada/desligada)



Fonte: Próprio autor (2018)

O liga e desliga da saída também é monitorado, coletado e enviado para a plataforma de dados conforme mostra a figura 12, onde ligada(1) e desligada(0).

Figura 12. Gráfico da saída (ligada/desligada)

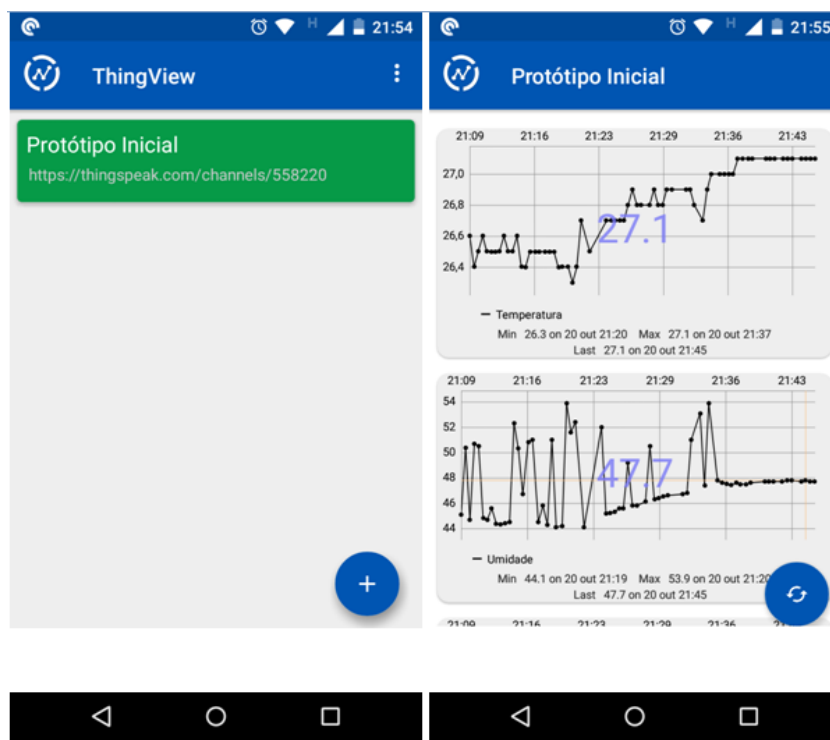


Fonte: Próprio autor (2018)

Todos os testes mostrados acima foram realizados na sala de desenvolvimento do autor deste artigo, um ambiente fechado com luz e temperatura artificial, mas que podem ser facilmente alterados de acordo com o ambiente que for instalado.

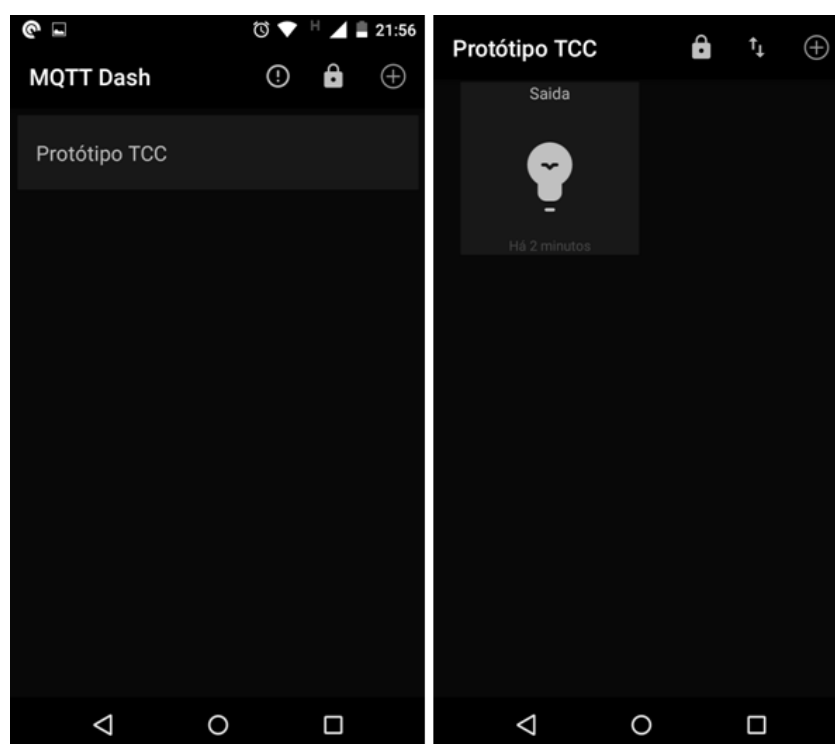
Outros dois aspectos importantes que foram testados e observados foram os acessos a plataforma de dados mostrada na figura 13 e ao *broker* na figura 14 através de dispositivo móvel.

Figura 13. Acesso de dispositivo móvel na *Thingspeak*



Fonte: Próprio autor (2018)

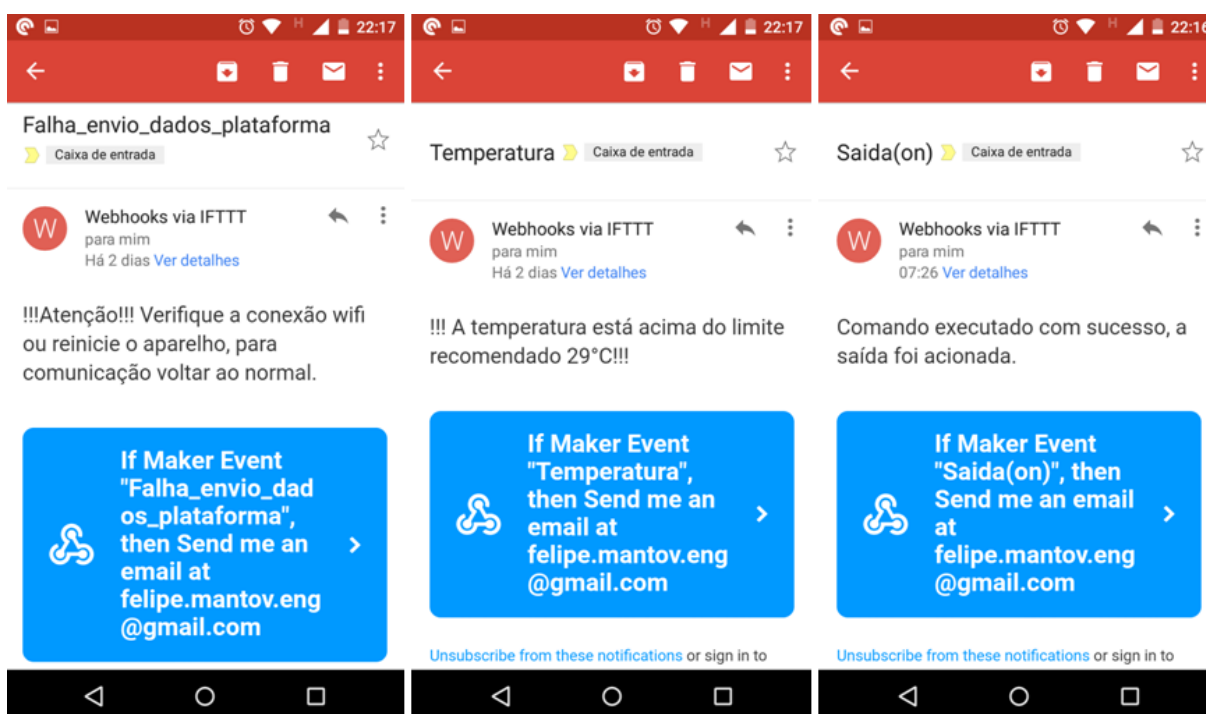
Figura 14. Acesso de dispositivo móvel ao *broker*



Fonte: Próprio autor (2018)

E por fim abaixo são mostradas as notificações recebidas no email, configuradas na plataforma de dados, que podem ser programadas de acordo com a necessidade, no caso deste protótipo quando algo desejado como o acionamento da saída acontece, indesejado quando a temperatura está acima do permitido ou a plataforma não esteja recebendo dados por algum motivo conforme figura 15.

Figura 15. Notificações enviadas pela plataforma *Thingspeak*



Fonte: Próprio autor (2018)

5 CONCLUSÃO

No protótipo criado neste trabalho foi utilizado dispositivos de fácil acesso no mercado e custo acessível, não foram necessárias muitas horas de programação da parte de visualização e conexões com a internet, devido a utilização dos serviços de internet das coisas disponíveis no mercado, como a plataforma *ThingSpeak* e o *broker* da *cloudMQTT* que facilitaram muito a aplicação, visualização e acesso remoto ao dispositivo.

Outro aspecto a ser considerado é a característica modular do protótipo, que se caso não houver necessidade de alguma das variáveis já disponíveis nele, pode

ser retirada ou substituída por uma que o usuário final gostaria e que esteja dentro das especificações do microcontrolador do protótipo.

Esta solução proposta no trabalho poderia ser aplicada em ambientes residências como automação simples e específica, em ambientes comerciais de uma maneira completa, por exemplo, em uma estufa de cultivo de plantas, onde o monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar, quantidade de luz são essências para um bom desenvolvimento e aproveitamento das plantas cultivadas. Outra aplicação de parte deste protótipo seria em estabelecimentos que trabalham com produtos congelados, que se não ficarem na temperatura correta acabam estragando. Em ambientes escolares para economizar energia onde muitas das vezes se esquece as luzes ligadas e permanecem até o outro dia sem necessidade.

Os próximos passos neste protótipo são a criação de um aplicativo próprio onde as funções de *Datalog* e Acesso Remoto poderão ser visualizadas de maneira integrada; e melhoria da interface de instalação para o usuário final possa adicionar os parâmetros da rede *wifi* e algumas disponibilidades de encolha em parâmetros das notificações.

REFERÊNCIAS

BEVILAQUA, Vinicius Aurelio. Análise dos frameworks Eclipse Kura, The Thing Box e WebIOPi no desenvolvimento de aplicações da Internet das Coisas (IoT). 2016. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/3291>>. Acessado em: 27 mai. 2018.

CLOUD MQTT. 84Codes. Disponível em: <<https://www.cloudmqtt.com/>>. Acessado em: 16 set. 2018.

DE OLIVEIRA, Rodrigo Felipe Albuquerque Paiva; BASTOS FILHO, Carmelo JA. Uma Arquitetura de Microserviços de Internet das Coisas para Casas Inteligentes. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 2, 2017.

DE OLIVEIRA, Sergio. **Internet das coisas com ESP8266, ARDUINO E RASPBERRY PI**. São Paulo: Novatec, 2017.

DE SOUZA, Paulo Silas Severo et al. **Redes voltadas a Internet das Coisas: uma revisão**, 2016. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/310646150_Redres_voltadas_a_Internet_da_s_Coisas_Uma_Revisao>. Acessado em: 20 abr. 2018.

DINIZ, Eduardo H. Internet das coisas. **GV-executivo**, v. 5, n. 1, p. 59, 2006.

JAVED, Adeel. **Criando projetos com Arduino para a Internet das Coisas**. São Paulo: Novatec, 2017.

LACERDA, Flavia; LIMA-MARQUES, Mamede. Da necessidade de princípios de Arquitetura da Informação para a Internet das Coisas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 20, n. 2, p. 158-171, 2015.

LEMOS, André. A comunicação das coisas. Internet das coisas e teoria ator-rede. **Seminários Internacionais Museu Vale**, 2013.

LINS, Theo. Internet das coisas: coletando dados na (IoT). 2015. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/iot-coletando-dados/>>. Acessado em: 15 abr. 2018.

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Redes sem fio para Automação Industrial**. São Paulo: Érica, 2014.

MENDES, Cleiton Rodrigues; SIMEON, Franz Biondi; DE CAMPOS, Milena Monteagudo. Estudos de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística. **POSGERE-Pós-Graduação em Revista/IFSP-Campus São Paulo**, v. 1, n. 4, p. 15-25, 2017.

PINTO JUNIOR, Joelias S; SILVA, Clerisson dos Santos; XAVIER, Danilo Domingos. Segurança em internet das coisas: um Survey de soluções Lightweight. **Revista de Sistemas e Computação-RSC**, v. 7, n. 2, 2017.

SANTAELLA, Lucia et al. Desvelando a internet das coisas. **Revista GEMInIS**, v. 1, n. 2 Ano 4, p. 19-32, 2013.

SILVA, Flávio; ROCHA, Rogério. Internet das coisas: a internet e sua evolução rumo a a ubiquidade. 2012. Disponível em: <http://sombrio.ifc.edu.br/download/redes/TCC_2013/TCC_Diogo_Larissa.pdf>. Acessado em: 12 mai. 2018.

SINGER, Talita. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. **Simpósio em tecnologias digitais e sociabilidade**, v. 2, p. 1-15, 2012.

SOUZA, Alberto Messias da Costa. **Uma nova arquitetura para Internet das Coisas com análise e reconhecimento de padrões e processamento com Big Data**. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SOUZA, Thiago Lima; DE CARVALHO, Telma. Internet das coisas (IoT) em bibliotecas universitárias brasileiras: diagnóstico situacional. **RBD. Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v. 13, p. 1136-1147, 2017.

THINGSPEAK. MathWorks. Disponível em: < <https://thingspeak.com/>>. Acessado em: 10 ago. 2018.

Recebido em 4/12/2018

Aprovado em 18/12/2018