

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM INTERNET DAS COISAS

ANDERSON GEREZ

RASTREADOR MQTT

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2019

ANDERSON GEREZ

RASTREADOR MQTT

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Internet das Coisas, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Luiz Moritz

CURITIBA
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso de Especialização em Internet das Coisas



TERMO DE APROVAÇÃO

RASTREADOR MQTT

por

ANDERSON GEREZ

Esta monografia foi apresentada em 29 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Internet das Coisas. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Guilherme Luiz Moritz
Orientador

Prof. M. Sc. Danillo Leal Belmonte
Membro titular

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha esposa, a minha futura filha Akemi e toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma puderam contribuir para mais esta conquista, para os mais próximos, sabem o quão corrido é minha vida pelas inúmeras funções que preciso exercer. Finalizar essa Pós foi uma grande conquista, no meio do percurso pensei em desistir, mas agradeço minha esposa que sempre esteve ao meu lado para me apoiar, me levantar e ajudar-me a seguir em frente.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Luiz Moritz, pela sua trajetória de vida e conquistas, um grande exemplo para todos nós. Um dos professores mais requisitados, não por acaso, sempre se mostrou um grande conhecedor do assunto.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Por último, não menos importante, ao Grande Deus que sempre me deu forças para seguir em frente. Obrigado meu Senhor, pela minha vida, minha saúde e por tudo que tenho.

“Eu vos escrevi, jovens, porque sois fortes, e a palavra de Deus está em vós”

(1 João 2:14)

RESUMO

GEREZ, Anderson. **Rastreador MQTT**. 2019. 34 p. Monografia de Especialização em Internet das Coisas, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Atualmente existem inúmeras empresas no mercado fabricantes de equipamentos de rastreamento, cada tal, utiliza sua própria tecnologia, seu próprio protocolo de comunicação e sua própria camada de transporte (TCP/IP – *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* ou UDP – *User Datagram Protocol*), dificultando a integração entre sistemas e equipamentos. Cada fabricante fornece um manual técnico ao programador para que se faça possível a integração do equipamento de rastreamento ao seu software de rastreamento. Para resolver esse problema de padronização, este projeto se propõe a criar um equipamento de rastreamento utilizando MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), desenvolvido com base na pilha TCP/IP, tornando-se o padrão para comunicações de IoT. Atrelado a um modem de comunicação GSM (*Global System for Mobile Communications*) / GPRS (*General Packet Radio Service*), possibilitando o tráfego de dados por pacotes junto a internet.

Palavras-chave: TCP/IP. MQTT. IoT. GSM/GPRS.

ABSTRACT

GEREZ, Anderson. **MQTT Tracker**. 2019. 34 p. Monografia de Especialização em Internet das Coisas, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

There are currently many companies in the tracking equipment market, each utilizing its own technology, its own communication protocol, and its own transport layer (TCP/IP – Transmission Control Protocol/Internet Protocol or UDP – User Datagram Protocol), making it difficult to integrate systems and equipment. Each manufacturer provides the programmer with a technical manual to integrate tracking equipment with their tracking software. To address this standardization problem, this project can create tracking equipment using MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), built on the TCP/IP stack, using the standard to display the Internet of Things. Attach a GSM (Global System for Mobile Communications) / GPRS (General Packet Radio Service) communication modem, enabling packet data traffic over the Internet.

Keywords: TCP/IP. MQTT. IoT. GSM/GPRS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12	20
Figura 2 - Conectando o módulo WiFi ESP8266 NodeMCU	21
Figura 3 - Kit de desenvolvimento do módulo WiFi ESP8266 NodeMCU	22
Figura 4 - Configuração na IDE do Arduino para o NodeMCU.....	23
Figura 5 - Configurações iniciais na IDE do Arduino para o NodeMCU: opção “Preferências”	24
Figura 6 - Configurações na IDE do Arduino para o NodeMCU: opção “Gerenciador de Placas”	24
Figura 7 - Configurações finais na IDE do Arduino para o NodeMCU.....	25
Figura 8 - Funcionamento do MQTT: Publishers (Pub), Subscribers (Sub) e Broker	26
Figura 9 - Módulo GPS GY-NEO6MV2	27
Figura 10 - Módulo GSM SIM800L.....	28
Figura 11 - Diagrama em blocos do sistema.....	29

LISTA DE SIGLAS

ABINC	Associação Brasileira de Internet das Coisas
AMPS	<i>Advanced Mobile Phone System</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
FINEP	Financiadora de Inovação e Pesquisa
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i> – Sistema de Posicionamento Global
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
IMEI	<i>International Mobile Equipment Identity</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> – Ambiente Integrado de Desenvolvimento
IoT	<i>Internet of Things</i> – Internet das Coisas
IP	<i>Internet Protocol</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
M2M	<i>Machine-to-Machine</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
SMS	<i>Short Messaging Service</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TI	Tecnologia da Informação
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 INTERNET DAS COISAS (IOT)	14
2.2 MACHINE-TO-MACHINE (M2M)	15
2.3 COMPARAÇÃO ENTRE M2M E IOT	15
2.4 MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT (MQTT)	16
2.5 GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)	17
2.6 GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS)	18
2.7 NODEMCU	19
2.8 ESP8266	19
2.9 ESP8266 SDK	19
3 DESENVOLVIMENTO	20
3.1 NODEMCU SDK ESP8266	20
3.1.1 Programando o ESP8266 NodeMcu	21
3.1.2 Configuração da IDE do Arduino para o NodeMCU	23
3.1.3 NodeMCU e MQTT	25
3.2 MÓDULO GPS GY-NEO6MV2	27
3.3 MÓDULO GSM SIM800L	28
3.4 DIAGRAMA EM BLOCOS DO SISTEMA	29
3.4.1 Protocolo	29
3.4.1.1 Criação do tópico	30
3.4.1.2 Publisher	30
3.4.1.3 Subscribers	30
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia vem evoluindo em um ritmo acelerado, estando cada vez mais presente no nosso dia a dia. Esta mesma evolução também é observada na telefonia móvel.

Tecnologia 1G, ou primeira geração, foi uma tecnologia muito utilizada na década de 1980 pela rede AMPS, que era formada por sistemas analógicos e só era possível fazer transmissão de voz.

Tecnologias 2G, ou segunda geração, foi uma tecnologia que ficou popular na década de 1990 em que o telefone celular começou a ser mais utilizado pela população e o sinal mudou de analógico para um sinal digital com as tecnologias mais utilizadas CDMA (*Code Division Multiple Access*) e GSM (*Global System for Mobile Communications*).

Após o avanço da tecnologia para 2G, iniciou-se a possibilidade da transmissão de dados além da voz, dando um grande passo para o avanço da tecnologia Global e o surgimento de inúmeros dispositivos conectados. As evoluções subsequentes da tecnologia 2G acontecem no âmbito do aumento da taxa de comunicação (*download* e *upload*) e raio de cobertura.

Como mencionado, junto com o surgimento da tecnologia 2G surgiram inúmeros dispositivos conectados, inclusive equipamentos de rastreamento. Atualmente já existem equipamentos de rastreamento com tecnologia 4G, acompanhando a evolução da telefonia. Porém, até o presente momento, não houve uma padronização dos protocolos utilizados pelos fabricantes de rastreadores, impossibilitando a integração de forma fácil e ágil a qualquer plataforma para dispositivos IoT.

Considerando que num futuro breve, todos os dispositivos eletrônicos terão inteligência embarcada e se comunicarão entre si, faz-se necessário a padronização dos protocolos de rastreamento. Neste sentido surgiu este projeto, com a proposta de desenvolver um equipamento de rastreamento com protocolo de comunicação padronizado utilizando *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT).

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos geral e específicos do projeto, relativos ao problema anteriormente apresentado.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um equipamento de rastreamento com protocolo de comunicação padronizado utilizando MQTT.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral, neste trabalho de conclusão de curso, os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Módulos necessários para o desenvolvimento do projeto:
 - Módulo NodeMcu ESP8266;
 - Módulo GPS (*Global Positioning System*);
 - Módulo GPRS (*General Packet Radio Service*).
- Comunicação do equipamento de rastreamento com broker MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*).

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo a Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC), citando dados da Global Data¹, o mercado de IoT, que consiste de software, serviços, conectividade e dispositivos, alcançará US\$ 130 bilhões em 2018, e deverá atingir US\$ 318 bilhões até 2023, a uma taxa composta de crescimento anual de 20% (ABINC, 2018).

Prevendo esse crescimento, faz-se necessário a padronização dos protocolos de todos os dispositivos eletrônicos, inclusive dos equipamentos de rastreamento, disseminando a utilização em grande escala por toda comunidade de desenvolvedores. Atualmente, a utilização de dispositivos de rastreamento, fica restrita a desenvolvedores de aplicação a nível de hardware pela tamanha

¹ **GlobalData**. Disponível em: <<https://www.globaldata.com/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

dificuldade de fazer a criação do Gateway (software responsável pela recepção dos dados enviados pelo dispositivo).

Com a utilização do protocolo padrão de IoT, MQTT, facilitará a integração do dispositivo de rastreamento com qualquer plataforma WEB, possibilitando ao desenvolvedor focar na aplicação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentadas as tecnologias, conceitos, componentes e aplicações.

2.1 INTERNET DAS COISAS (IOT)

A entrevista realizada pela Financiadora de Inovação e Pesquisa (FINEP) com Kevin Ashton, pesquisador britânico do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que é considerado o primeiro especialista a usar o termo “Internet das Coisas” (*Internet of Things* - IoT), apresenta que em 1999 já se falava em identificar produtos de uma empresa de forma eletrônica através da utilização de identificadores de rádio frequência (*Radio-Frequency IDentification* - RFID). Desde então, o novo mundo em que os objetos estarão conectados e passarão a realizar tarefas sem a interferência humana começa aos poucos a parecer menos ficção científica, e mais algo do nosso cotidiano (FINEP, 2015).

Refere-se a uma maneira singular de endereçar objetos e suas representações virtuais em uma estrutura similar à Internet. Tais objetos podem encadear informações sobre si mesmo ou podem transmitir dados em tempo real de sensores sobre seu estado ou outras propriedades úteis associadas a esse objeto (AGGARWAL; ASHISH; SHETH, 2012, p. 383).

Ela demanda interações com sensores heterogêneos, agregadores, atuadores e um diversificado domínio no contexto de aplicações conscientes, preservando segurança (BANDYOPADHYAY *et al.*, 2011, p. 94).

Segundo Bandyopadhyay *et al.* (2011, p. 94), “coisas” são dispositivos (físicos ou virtuais) que possuem identidades, atributos e personalidades virtuais e são capazes de utilizar interfaces inteligentes.

O mercado global da tecnologia da Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT), que consiste de software, serviços, conectividade e dispositivos, está em pleno crescimento, alcançará US\$ 130 bilhões em 2018, e deverá atingir US\$ 318 bilhões até 2023, a uma taxa composta de crescimento anual de 20% (ABINC, 2018).

2.2 MACHINE-TO-MACHINE (M2M)

O papel de M2M é estabelecer as condições que permitam um dispositivo de trocar informações (bidirecionalmente) com uma aplicação através de uma rede de comunicação, de forma que o dispositivo e/ou aplicação possam agir como a base para esta troca de informações.

M2M engloba dispositivos específicos com a capacidade de (pelo menos) coletar dados em um determinado ambiente. Estes dispositivos transmitem os dados coletados para uma aplicação por meio de uma conexão (cabada ou não cabada). Ocasionalmente, estes dispositivos “coletores” (geralmente sensores) podem ser incapazes de comunicar-se diretamente com aplicação, fazendo-se necessária a utilização de outro dispositivo que irá agir como um intermediário na comunicação transmitindo os dados recebidos até o outro lado (um gateway). É importante ressaltar que durante este processo não há intervenção de um ser humano, isto é, não há uma requisição prévia feita por um usuário, que será recebida pelo dispositivo sensor para ser processada em seguida.

Sendo assim, pode-se definir M2M como um conjunto de tecnologias que objetivam estabelecer uma comunicação (cabada ou não-cabada) entre dispositivos sensores com capacidade (limitada ou nula) de transmitir informações coletadas para uma (ou várias) aplicação sem que um ser humano participe da comunicação (MARTINS; ZEM, 2015).

2.3 COMPARAÇÃO ENTRE M2M E IOT

Os termos M2M e Internet das Coisas se confundem entre si, uma vez que as relações entre eles não estão devidamente definidas. No que se refere a estas relações, há várias opiniões diferentes expressas por alguns indivíduos do meio da TI. Nesta seção são apresentados alguns destes pontos de vista.

Apesar de haver sobreposições entre os termos, um não pode ser considerado um subconjunto do outro, pois “existem áreas que são particularmente específicas para cada um deles”, como por exemplo, o fato algumas “coisas” em IoT não se tratarem necessariamente de objetos que estabelecem um “relacionamento M2M” com a aplicação, uma vez que são passivos e não transmitem as informações; elas apenas são lidas por um outro dispositivo (tags RFID) (MARTINS; ZEM, 2015).

M2M é uma tecnologia precursora à Internet das Coisas, pois enquanto M2M possui soluções baseadas em comunicações ponto-a-ponto usando dispositivos embarcados com o objetivo de reduzir custos de gerenciamento de recursos através de diagnósticos remotos, atualizações ou suporte técnico, as soluções de IoT envolvem um acesso muito mais amplo, acomodando sensores passivos, entre outros objetos, visando melhorias não só na produção e prestação do serviço das empresas, mas também no modelo de negócio (MARTINS; ZEM, 2015).

Comunicações M2M podem ser vistas como uma precursora de Internet das Coisas, pois ela consegue colocar em prática alguns cenários parecidos com aqueles que se imaginam para IoT futuramente, da mesma forma que IoT busca englobar e estender o elementos presentes nas comunicações M2M aplicando, além da troca de informação, conceitos como *Big Data* e *Smart Cities* (MARTINS; ZEM, 2015).

2.4 MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT (MQTT)

O *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT)² foi criado em meados de 1999 por Andy Stanford-Clark (IBM) e Arlen Nipper (Eurotech). Trata-se de um protocolo de mensagens baseado na arquitetura publish/subscribe, voltado para dispositivos restritos e redes inseguras, com baixa largura de banda e alta latência.

A versão 3.1 da especificação do MQTT apresenta uma série de características do protocolo, algumas delas são:

- Uso de TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) para fornecer conectividade;
- Pequena sobrecarga de transporte e trocas minimizadas de protocolos para reduzir tráfego na rede;
- Mecanismo que notifica partes interessadas quando um cliente se desconecta da rede anormalmente.

O protocolo MQTT segue o modelo cliente/servidor. Os dispositivos sensores são clientes que se conectam a um servidor (chamado de broker) usando TCP. As mensagens a serem transmitidas são publicadas para um endereço (chamado de tópico), que inclusive, assemelha-se a uma estrutura de diretórios em um sistema de

² **MQTT.org**. Disponível em: <<http://mqtt.org/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

arquivos, por exemplo, “casa/quarto2/temperatura”. Clientes por sua vez podem se inscrever em vários tópicos, tornando-se assim capazes de receber as mensagens que outros clientes publicam neste tópico (MARTINS; ZEM, 2015).

2.5 GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

A sigla GPS é a abreviatura para *Global Positioning System* (ou Sistema de Posicionamento Global) e trata-se de uma constelação de vinte e quatro satélites, que orbitam em torno da Terra a uma altura aproximada de 20.200 km, permitindo a receptores conhecer sua posição em qualquer lugar sobre a Terra com uma notável precisão. O projeto que foi iniciado em 1973 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos com o propósito de que aeronaves e navios militares pudessem determinar, em qualquer circunstância de tempo, sua posição exata. Ajuda no lançamento de mísseis e a localização de tropas terrestres em movimento foram outras necessidades que motivaram tal projeto (ALVES, 2006).

Os projetistas do GPS também o planejaram para uso civil, porém com precisão menor do que para as operações militares (ALVES, 2006).

Segundo Alves (2006), a navegação é a função primária do GPS, sendo usado em aeronaves, navios, veículos e por indivíduos que usam o receptor portátil (“de bolso”). Ainda para Alves (2006), o GPS tem se mostrado útil em diversas situações, das quais o autor destaca:

1. Roteirista de viagens: determinam além da sua posição dentro de uma cidade, quais as atrações e pontos turísticos mais próximos, hotéis, postos de emergências etc.
2. Monitoramento de abalos sísmicos: tais abalos são precedidos por alterações no campo gravitacional que distorcem as ondas de rádio, permitindo, através do GPS, tentar prever a ocorrência de um terremoto com algumas horas de antecedência.
3. Meteorologia: o GPS gera informações para a previsão da meteorologia, estudo do clima e outros campos de pesquisa relacionados.
4. Localização para resgate: o serviço usa o GPS para guiar helicópteros de socorro até o lugar do acidente.

5. Aplicações industriais: áreas infectadas por pestes são identificadas por fotografias aéreas e, com uso do GPS, um trator pode ser guiado para aplicações de pesticidas.
6. Uso militar: coordenadas de ataque, orientação e controle para mísseis balísticos, marcação para artilharia, bombardeio de aeronaves, defesa aérea, rastreamento de submarinos, localização de minas e radares inimigos, atos terroristas, etc.
7. Uso em segurança: monitoramento de trens, caminhões de carga ou qualquer veículo automotor. Nos parágrafos a seguir pretendemos discutir, do ponto de vista matemático, o método utilizado pelo GPS na determinação da posição de um ponto sobre a superfície terrestre.

2.6 GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS)

O padrão de telefonia celular mais difundido no Brasil e no mundo é, atualmente, o padrão GSM (*Global System for Mobile Communications*), que disponibiliza o serviço GPRS (*General Packet Radio Service*) como uma das alternativas para transmissão de dados através de dispositivos móveis, para, por exemplo, aplicações de telemetria.

Começou a ser desenvolvido na Europa, no início da década de 80. O então criado grupo Groupe Spéciale Mobile teve o objetivo de desenvolver um novo padrão que substituísse os diversos padrões usados até então. Embora tendo sido pensado inicialmente apenas para a Europa, o padrão demonstrou condições de se tornar um padrão global (ALENCAR, 2004).

Lançado no mercado europeu em 1991, a sigla GSM foi alterada para *Global System for Mobile Communications*. Por razões econômicas, o processo de padronização para o GSM só poderia ocorrer com o lançamento de seus serviços e, portanto, foram criadas fases para o desenvolvimento, as GSM Phase 1 e GSM Phase 2. Atualmente utilizam-se as nomenclaturas de 2,5G e 3G, correspondentes as recentes implementações do padrão GSM. No Brasil, o padrão foi adotado no ano de 2002 (ALENCAR, 2004).

2.7 NODEMCU

O NodeMCU³ é um *firmware* de código aberto e kit de desenvolvimento que ajuda a criar um protótipo do seu produto IoT dentro de algumas linhas de script na linguagem de programação Lua⁴ construído sobre o Kit de desenvolvimento do módulo WiFi ESP8266 NodeMCU.

2.8 ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador do fabricante chinês Espressif que inclui capacidade de comunicação por Wi-Fi, sendo este o grande diferencial, possibilitando a conexão em rede sem fio através de conexões TCP/IP. Tendo o valor acessível e competitivo frente a outros microcontroladores sem interface de internet presentes no mercado, custando menos de dez dólares.

2.9 ESP8266 SDK

O ESP8266 SDK é um kit de desenvolvimento, composto pelo microcontrolador ESP8266, possui um conjunto de ferramentas e periféricos para desenvolvimento de software que permite a criação de aplicações diversas de IoT, ideal para projetos em fases iniciais onde necessita de validações de tecnologias, protocolos e processos.

³ **NodeMcu Team**. Disponível em: <https://www.nodemcu.com/index_en.html>. Acesso em: 22 nov. 2019.

⁴ **A Linguagem de Programação Lua**. Disponível em: <<https://www.lua.org/portugues.html>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

3 DESENVOLVIMENTO

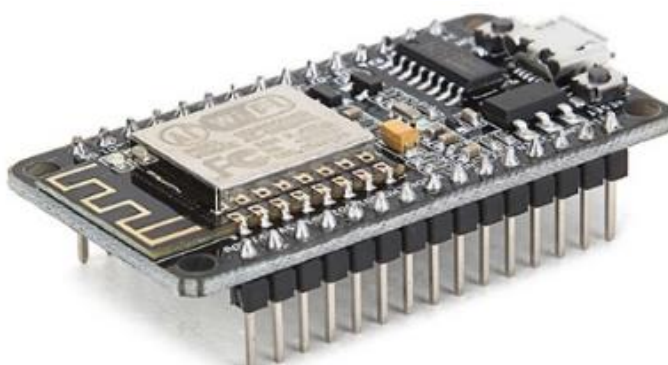
Para o desenvolvimento deste projeto foram utilizados diversos *hardware* e *software*, que serão apresentados nas seções seguintes.

Os três módulos que serão utilizados no desenvolvimento deste projeto, são: a) Módulo NodeMcu SDK ESP8266; b) Módulo GPS GY-NEO6MV2; e c) Módulo GSM SIM800L.

3.1 NODEMCU SDK ESP8266

O módulo Wifi ESP8266 NodeMCU, apresentado na Figura 1, é uma placa de desenvolvimento que combina o chip ESP8266, uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3.3V. A programação pode ser feita usando Lua ou a IDE do Arduino, utilizando a comunicação via cabo micro-usb.

Figura 1 - Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12



Fonte: A autoria própria⁵.

O NodeMCU possui antena embutida e conector micro-usb para conexão ao computador, além de 11 pinos de I/O e conversor analógico-digital. Este módulo vem agora com o ESP-12F, que mantém total compatibilidade com o ESP-12E e tem um aumento no alcance do sinal wireless entre 30 e 50%.

As especificações técnicas do módulo Wifi ESP8266 NodeMCU, ainda da Figura 1, são:

- Wireless padrão 802.11 b/g/n

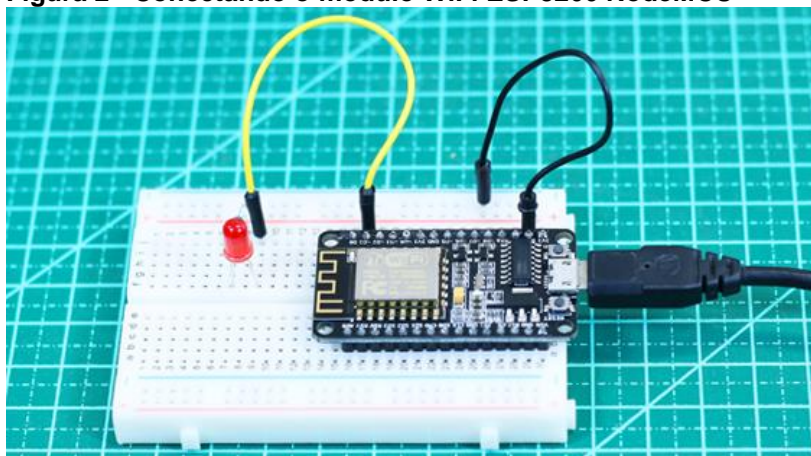
⁵ Fonte: **FilipeFlop Componentes Eletrônicos**. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12/>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

- Antena embutida
- Conector micro-usb
- Modos de operação: STA/AP/STA+AP
- Suporta 5 conexões TCP/IP
- Portas GPIO: 11
- GPIO com funções de PWM, I2C, SPI, etc
- Tensão de operação: 4,5 ~ 9V
- Taxa de transferência: 110-460800bps
- Suporta Upgrade remoto de firmware
- Conversor analógico digital (ADC)
- Distância entre pinos: 2,54mm
- Dimensões: 49 x 25,5 x 7 mm

3.1.1 Programando o ESP8266 NodeMcu

O módulo WiFi ESP8266 NodeMcu, conectado como mostra a Figura 2, pode ser facilmente ligado à um computador e programado com a linguagem de programação Lua ou utilizando a IDE do Arduino⁶. Para o desenvolvimento deste projeto de conclusão de curso utilizou-se a IDE (*Integrated Development Environment* – Ambiente Integrado de Desenvolvimento) do Arduino.

Figura 2 - Conectando o módulo WiFi ESP8266 NodeMCU



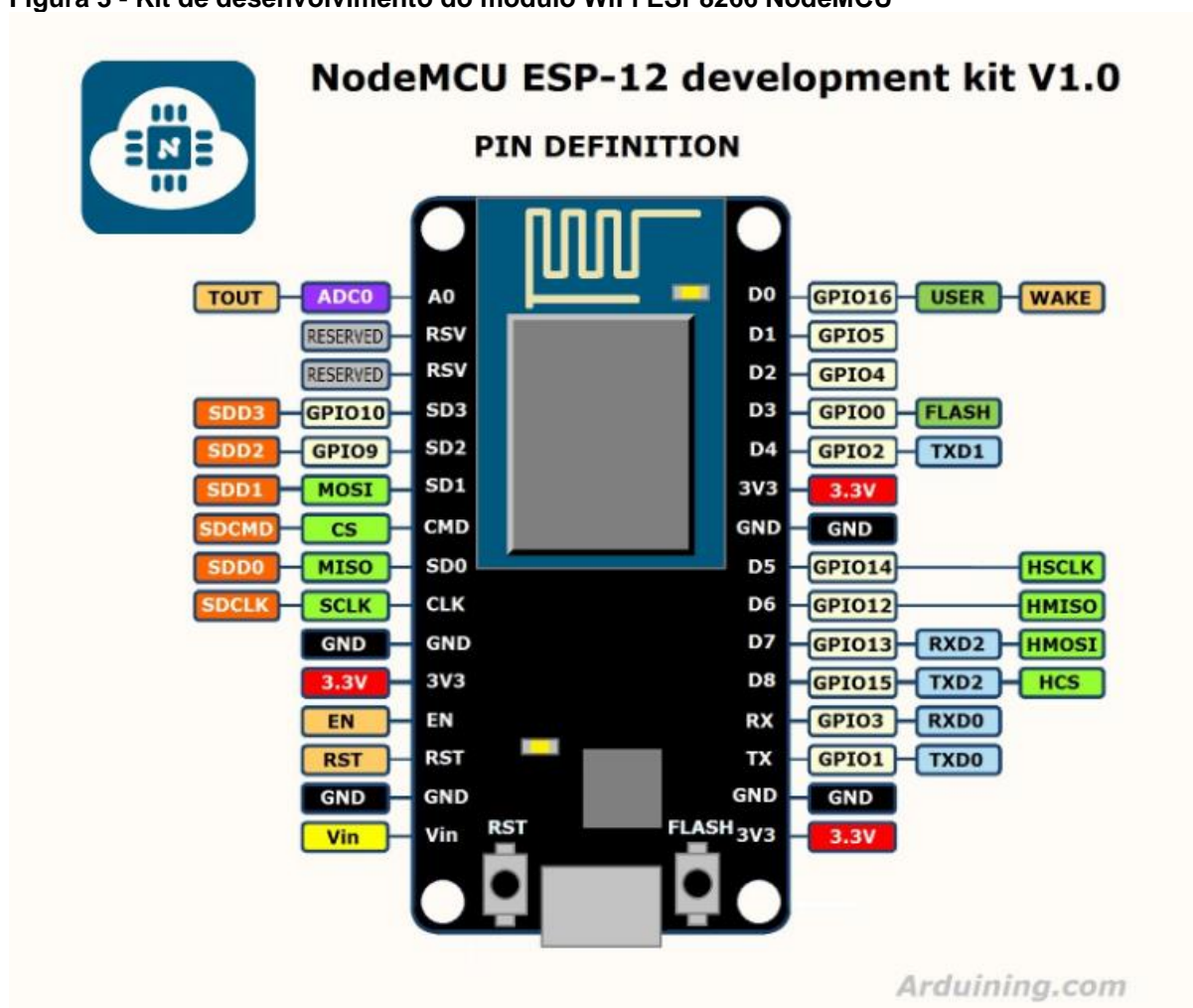
Fonte: Thomsen (2016).

⁶ Fonte: **Download the Arduino IDE**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/main/software>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

A placa módulo WiFi ESP8266 NodeMCU, apresentada novamente na Figura 2, possui 10 pinos GPIO (entrada/saída), suportando funções como PWM, I2C e 1-wire. Tem antena embutida, conversor USB-TTL integrado e o seu formato é ideal para ambientes de prototipação, encaixando facilmente em uma protoboard (THOMSEN, 2016).

O kit de desenvolvimento do módulo WiFi ESP8266 NodeMCU tem dois botões, conforme mostrado na parte inferior da Figura 3: FLASH (utilizado na gravação do *firmware*) e RST (*reset*). No mesmo lado tem-se o conector micro USB para alimentação e conexão com o computador.

Figura 3 - Kit de desenvolvimento do módulo WiFi ESP8266 NodeMCU

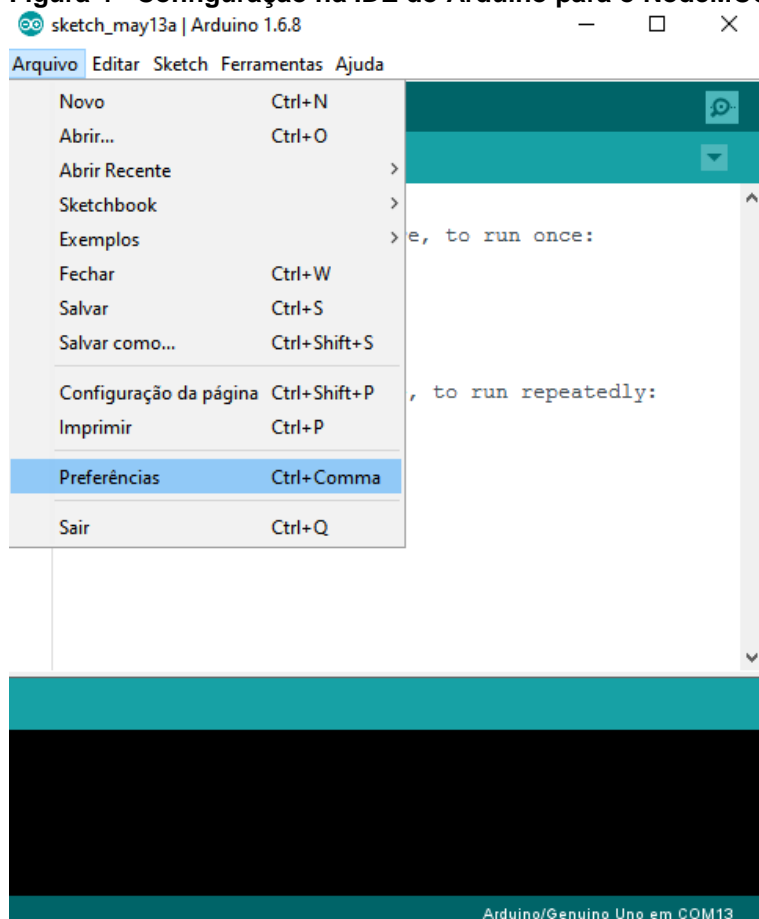


Fonte: Thomsen (2016).

3.1.2 Configuração da IDE do Arduino para o NodeMCU

Para realizar a configuração do NodeMCU na IDE do Arduino deve-se escolher na barra principal o menu “Arquivo” a opção “Preferências”, como mostra a Figura 4.

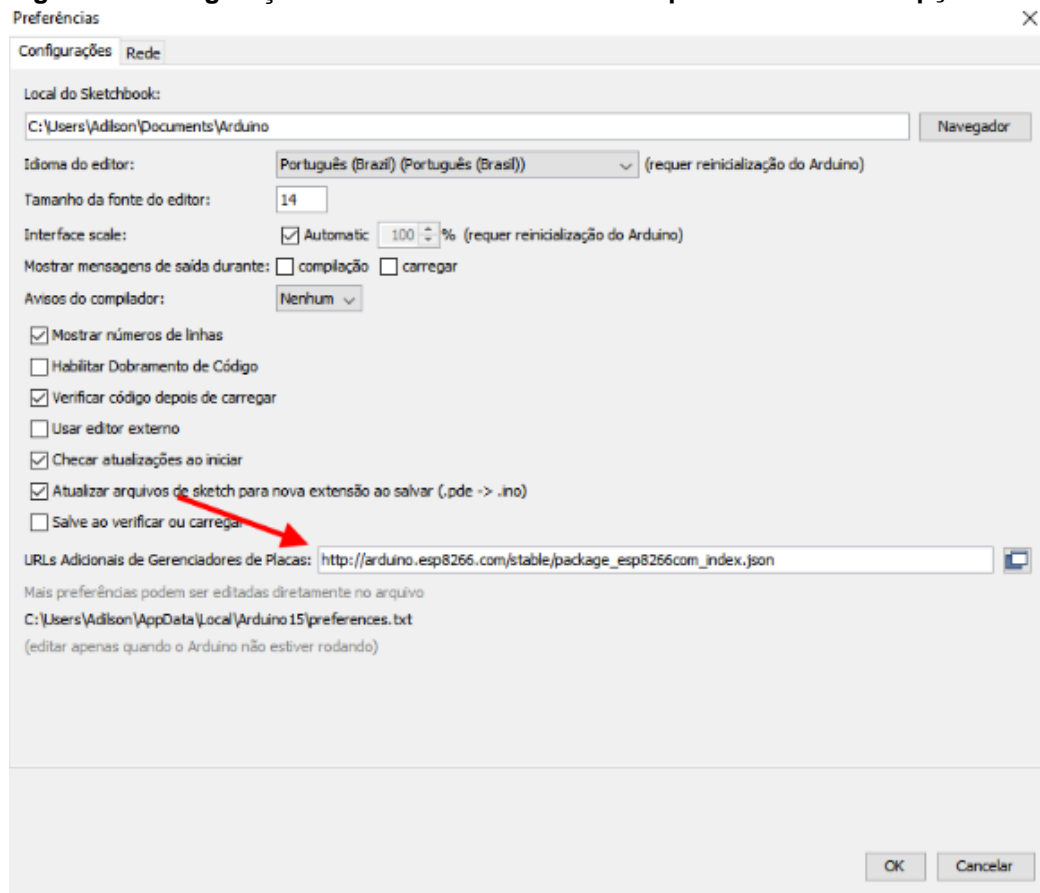
Figura 4 - Configuração na IDE do Arduino para o NodeMCU



Fonte: FilipeFlop (2018, p. 10).

Na janela seguinte após a escolha da opção “Arquivo | Preferências”, mostrada novamente na Figura 4, deve-se informar o link “http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json” no campo URL (*Uniform Resource Locator*) adicionais de “Gerenciadores de Placas”. A seguir concluindo o processo de configuração será apresentada uma tela, como mostra a Figura 5, com as configurações iniciais informadas.

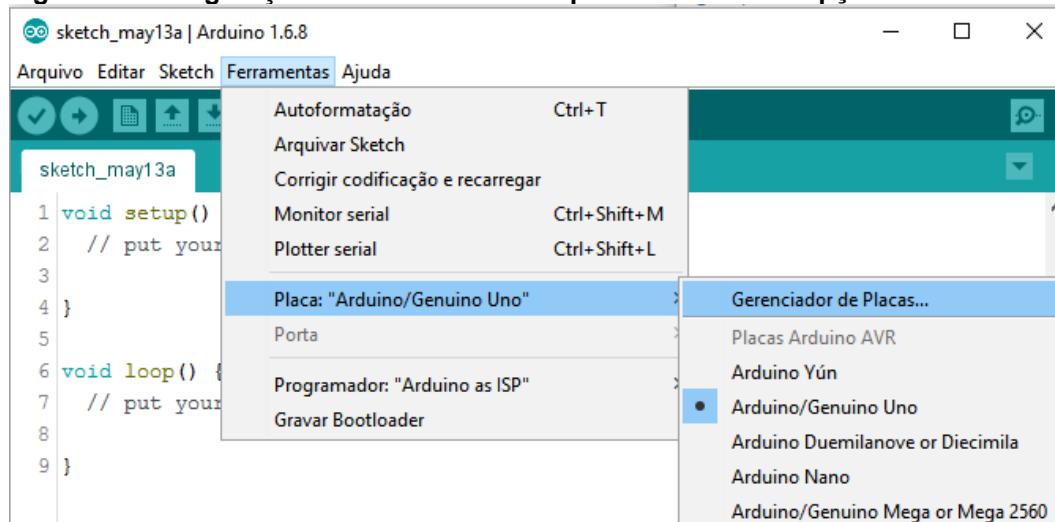
Figura 5 - Configurações iniciais na IDE do Arduino para o NodeMCU: opção “Preferências”



Fonte: Filipeflop (2018, p. 11).

Clicando no botão “OK”, mostrado novamente na Figura 5, retorna-se a janela principal da IDE do Arduino. Assim, o procedimento de configuração do NodeMCU deve-se seguir com a escolha na barra principal o menu “Ferramentas”, item “Placa: “Arduino/Genuino Uno” e opção “Gerenciador de Placas...”, como mostra a Figura 6.

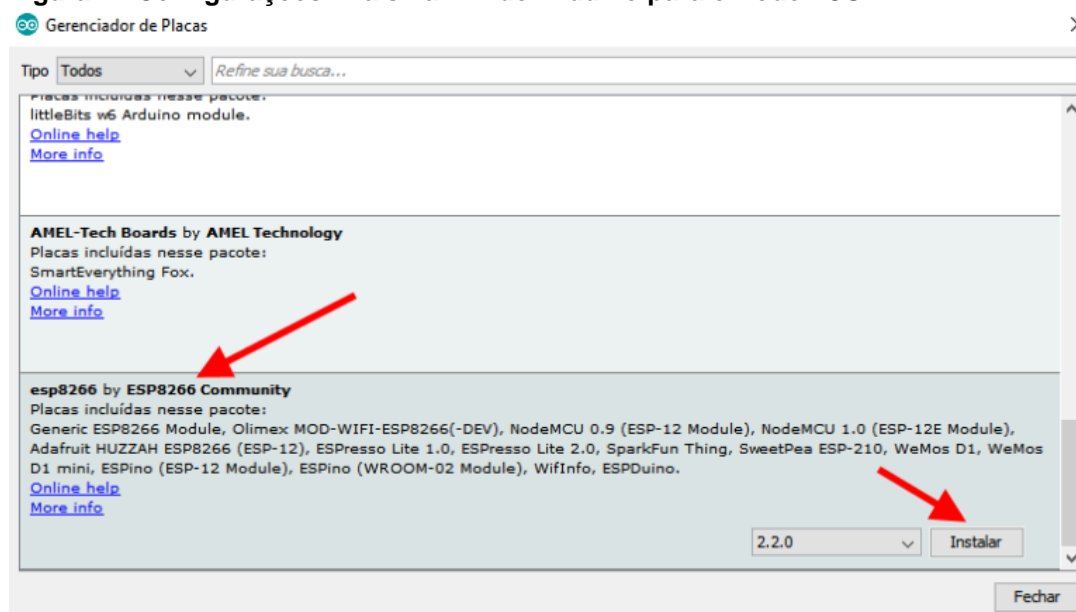
Figura 6 - Configurações na IDE do Arduino para o NodeMCU: opção “Gerenciador de Placas”



Fonte: Filipeflop (2018, p. 11).

Na janela seguinte após a escolha da opção “Ferramentas | Placa: “Arduino/Genuino Uno” | Gerenciador de Placas”, mostrada novamente na Figura 6, deve-se utilizar a barra de rolagem para encontrar “esp8266 by ESP8266 Community” e clicar no botão “Instalar”, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Configurações finais na IDE do Arduino para o NodeMCU



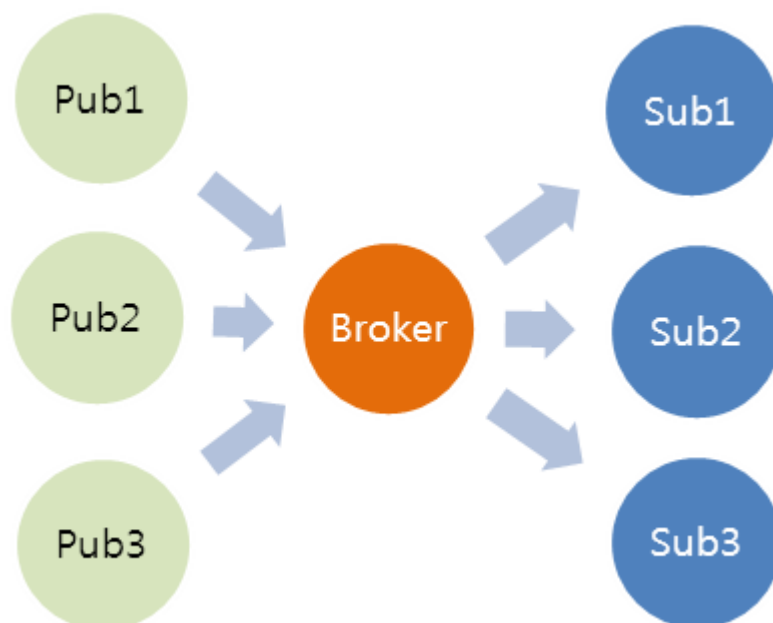
Fonte: Filipeflop (2018, p. 12).

3.1.3 NodeMCU e MQTT

Uma comunicação MQTT é composta das seguintes partes: há publishers (quem irá disponibilizar informações), subscribers (quem irá receber as informações) e Broker (servidor MQTT, na nuvem / acessível de qualquer lugar do planeta que contenha conexão com a Internet). Teoricamente, não há limite especificado de subscribers e publishers em uma mesma comunicação MQTT, pois o limite nesse aspecto é do servidor em lidar com as conexões.

Resumindo o funcionamento do MQTT, apresentado na Figura 8, tem-se que os *Publishers* (Pub1, por exemplo) enviam informações para o “Broker”. *Subscribers* (Sub1, por exemplo) recebem informações do “Broker”. O “Broker” gerencia toda a troca de mensagens, deixando os sistemas embarcados livres para gerenciar outras atividades (FILIPEFLOP, 2018, p. 17).

Figura 8 - Funcionamento do MQTT: Publishers (Pub), Subscribers (Sub) e Broker



Fonte: Filipeflop (2018, p. 17).

De uma forma mais simples, uma mensagem MQTT publicada / enviada possui duas partes importantes:

- Tópico: “chave” / identificação da informação publicada. É usado para direcionar a informação publicada / enviada a quem assina (quem “dá subscribe”) no tópico. O tópico consiste de uma string, por exemplo: “MQTTTesteTopico”.
- Payload: informação que deseja enviar (propriamente dita).

Um *publisher*, conectado ao Broker (servidor MQTT), envia/publica as informações em um dado momento. Os *subscribers*, assim como os *publishers*, também estão conectados aos brokers e “escutando” mensagens trafegadas com o tópico-alvo. Quando uma mensagem com o tópico alvo é publicada, automaticamente são direcionadas aos *subscribers*.

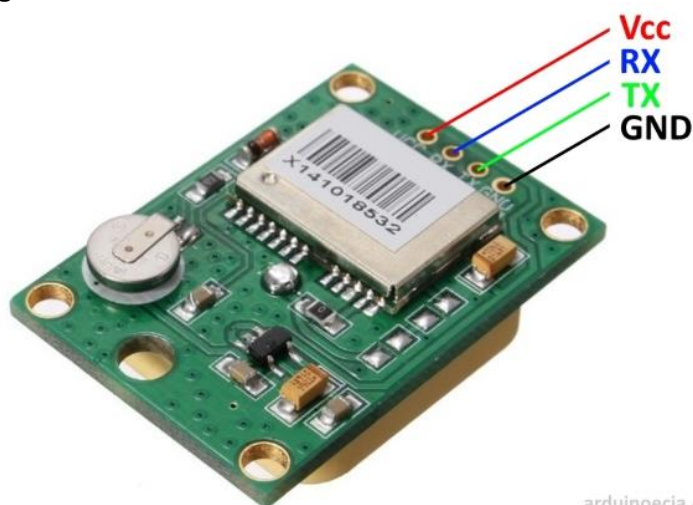
Em resumo uma solução em IoT que usa MQTT possui somente um servidor (Broker), sendo todo o restante composto de clients MQTT.

Outra informação importante é que um mesmo client MQTT pode ser *subscriber* e *publisher* de diversos tópicos (BARROS, 2015).

3.2 MÓDULO GPS GY-NEO6MV2

O módulo GPS GY-NEO6MV2, apresentado na Figura 9, utiliza comunicação serial e apenas 2 pinos (RX e TX) permitindo a comunicação com os mais diversos tipos de equipamentos e microcontroladores como Arduino, PIC, ARM e placas como Raspberry Pi, Beaglebone, Cubieboard e outras que possuem interface serial.

Figura 9 - Módulo GPS GY-NEO6MV2



arduinoocia.com.br

Fonte: Arduino e Cia (2017).

O módulo GPS GY-NEO6MV2, apresentado novamente na Figura 9, possui antena embutida e a corrente de operação do conjunto é de apenas 45mA, tornando esse módulo uma excelente opção para utilização em carrinhos, drones, projetos de navegação aérea ou terrestre e geolocalização (ARDUINO_E_CIA, 2017).

As principais especificações do módulo GPS GY-NEO6MV2, são:

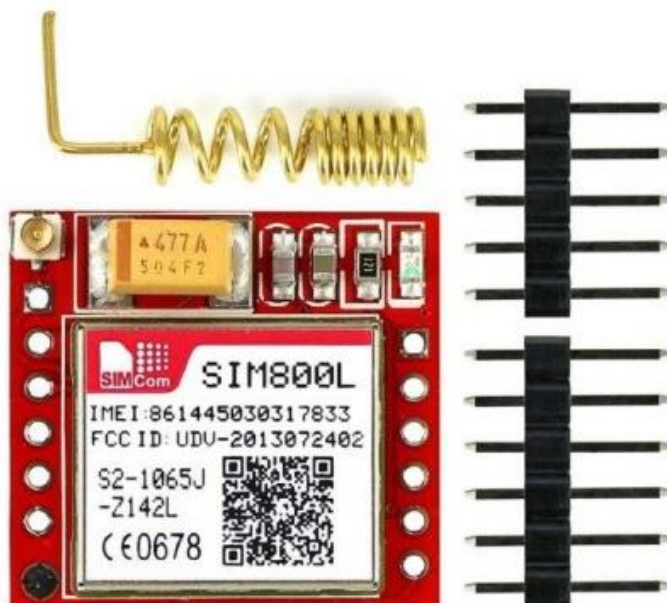
- Módulo GPS GY-NEO6MV2
- Alimentação: 2.7 à 5V DC
- Corrente de operação: 45 mA
- Comunicação serial/TTL
- Antena embutida
- Bateria para backup de dados
- Nível de sinal compatível 3.3 e 5V
- Taxa de comunicação padrão: 9600
- Warm start: 1s
- Cold start: 27s

- Temperatura de operação: -40 à 85°C
- Precisão: 5m
- Peso: 14 g
- Dimensões: 35 x 25 x 25mm

3.3 MÓDULO GSM SIM800L

O módulo GSM SIM800L, apresentado na Figura 10, funciona com tensão de 3.7 à 4.2V e a interface serial USB-TTL pode ser conectada diretamente no microcontrolador. Possui led indicador de conexão na própria placa, e pinos de conexão tanto para microfone como para alto-falante. Extenso conjunto de comandos AT para configuração de rede GPRS, envio e recebimento de SMS, chamadas, entre outras (MORAIS, 2018).

Figura 10 - Módulo GSM SIM800L



Fonte: Morais (2018).

As principais especificações do módulo GSM SIM800L, são:

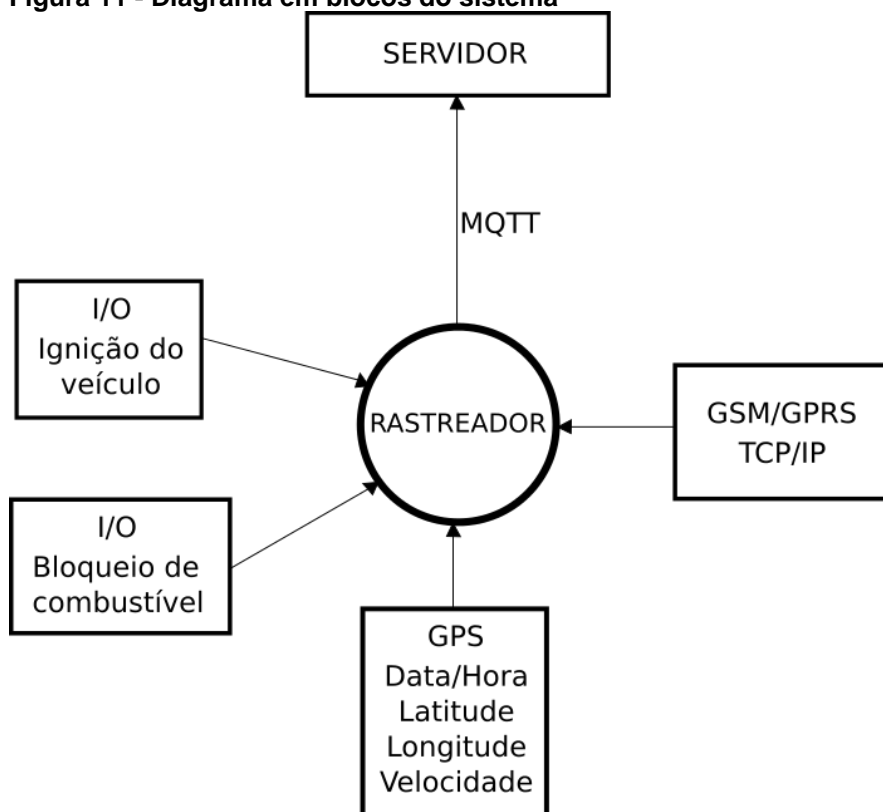
- CI SIM800L (datasheet)
- Frequências: EGSM900, DCS1800, GSM850 e PCS1900
- Conector para antena externa U.FL
- GPRS Data Downlink: 85.6 kbps (máximo)
- GPRS Data Uplink: 85.6 kbps (máximo)

- Suporte PAP (password authentication protocol) para conexões PPP
- Protocolo TCP/IP embutido
- Serial: 1200 bps à 115.200 bps
- Slot MicroSIM
- Acompanha antena mola
- Temperatura de operação: -40 à 85°C
- Dimensões: 21 x 15 x 3,2mm

3.4 DIAGRAMA EM BLOCOS DO SISTEMA

Na Figura 11, estão apresentadas as partes integrantes deste projeto através do diagrama em blocos.

Figura 11 - Diagrama em blocos do sistema



Fonte: Autoria própria.

3.4.1 Protocolo

Para a criação do protocolo de comunicação serão necessárias três etapas:

a) Criação do tópico; b) Publisher; e c) *Subscribers*.

3.4.1.1 Criação do tópico

No Broker serão criados dois tópicos para cada rastreador, um de escrita e outro de leitura, os nomes dos tópicos serão compostos pelo número do IMEI do modem GSM/GPRS+(R/W), por exemplo:

- IMEI: 655313065544599;
- Tópico de escrita: 655313065544599W;
- Tópico de leitura: 655313065544599R.

No broker terá um processo rodando em *background* que ficará lendo o tópico IMEI+W e escrevendo no IMEI+R.

3.4.1.2 Publisher

A cada 60 segundos o rastreador irá publicar no tópico IMEI+W, por exemplo:

- Lat: -25,00
- Lng: -49,00
- Data/Hora:2019-11-30 23:59
- Vel: 10
 - Velocidade em Km/h
- IO: 1,0
 - Status da Ignição, Status do bloqueio:
 - 1 = ativado
 - 0 = desativado

As publicações acontecerão de forma sequenciais.

3.4.1.3 Subscribers

A cada 30 segundos o Rastreador irá verificar se existe algum comando de bloqueio/desbloqueio para ser executado pelo rastreador, para tal, fará a leitura do tópico IMEI+R:

- BL:0/1
 - 0 = desbloquear combustível;
 - 1 = bloquear combustível.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Conforme mostrado no diagrama em blocos na subseção 3.4: Diagrama em Blocos, o rastreador será composto por 3 módulos: a) I/O, b) GPS, e c) GSM/GPRS. Cada módulo tem uma função específica, juntos, formando o rastreador MQTT.

O grande diferencial está na utilização do protocolo MQTT, conforme mostrado na subseção 3.4.1: Protocolo. Foram apresentadas as formas que o rastreador irá interagir com o Broker, através dos tópicos de escrita e leitura.

Para cada rastreador serão criados dois tópicos, um de escrita IMEI+W e um de leitura IME+R, conforme apresentado no item 3.4.1.1: Criação do tópico, a integração será feita através destes tópicos.

A cada 60 segundos o rastreador irá enviar as informações de status para o Broker, conforme o item 3.4.1.2: *Publisher*.

A cada 30 segundos o rastreador irá ler informações do Broker, conforme o item 3.4.1.3: *Subscribers*.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi comprovado que utilizando o protocolo MQTT para a criação do rastreador, facilitará a integração do equipamento com qualquer plataforma WEB IoT existente no mercado e criará uma padronização para todos os fabricantes de rastreadores existentes.

Considerando o crescimento exponencial de dispositivos IoT, o rastreador passa a ser uma peça fundamental para o setor logístico em geral, para a criação de novos projetos de mobilidades, mapeamento em locais urbanos e rurais, rastreamento de ativos, entre outros.

Pensando no modelo de negócios descentralizado, é extremamente importante criar dispositivos com protocolos padronizados, possibilitando a integração em qualquer plataforma de IoT existente no mercado, potencializando a concorrência, diminuindo os custos e viabilizando a adesão em grande escala.

REFERÊNCIAS

ABINC. **Previsões para o mercado de IoT**. Associação Brasileira de Internet das Coisas – ABINC. Artigo publicado em: 05 dez. 2018. Disponível em: <<https://abinc.org.br/previsoes-para-o-mercado-de-iot/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

AGGARWAL, Charu C.; ASHISH, Naveen; SHETH, Amit. **The Internet of Things: a survey from the data-centric perspective**. In: *Managing and Mining Sensor Data*. Springer, 2012. p. 383-428. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-6309-2_12>. Acesso em: 20 nov. 2019.

ALENCAR, Marcelo S. **Telefonia celular digital**. São Paulo: Editora Érica, 2004.

ALVES, Sérgio. **A matemática do GPS**. 59. ed. Revista do Professor de Matemática – Sociedade Brasileira de Matemática, 2006. Disponível em: <<http://www.rpm.org.br/cdrpm/59/5.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

ARDUINO E CIA. **Como usar o módulo GPS GY-NEO6MV2**. Copyright© Arduino e Cia, publicado em: 25 jun. 2017. Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br/como-usar-modulo-gps-gy-neo6mv2/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BANDYOPADHYAY, Soma; *et al.* **Role of middleware for the Internet of Things: A study**. In: *International Journal of Computer Science & Engineering Survey*, v. 2, n. 3, ago. 2011. p. 94-105. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/85e9/6085e989d12b54183f989549af3cbfca1c92.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

BARROS, Marcelo. **MQTT - Protocolos para IoT**. Copyright© Embarcados, artigo publicado em: 15 jun. 2015. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/mqtt-protocolos-para-iot/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

FILIPEFLOP. **Guia IoT para iniciantes em eletrônica: Tudo que você precisa saber para começar**. FilipeFlop Componentes Eletrônicos, guia publicado em: 03 out. 2018. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/guia-iot-para-iniciantes-em-eletronica/>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

FINEP. **Kevin Ashton – entrevista exclusiva com o criador do termo “Internet das Coisas”**. Financiadora de Inovação e Pesquisa – FINEP. Artigo publicado em: 13 jan. 2015. Disponível em: <<http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/4446-kevin-ashton-entrevista-exclusiva-com-o-criador-do-termo-internet-das-coisas>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

MARTINS, Ismael R.; ZEM, José L. **Estudo dos protocolos de comunicação MQTT e COaP para aplicações machine-to-machine e Internet das Coisas**. In: Revista Tecnológica da Fatec Americana, v. 3 n. 1, 2015. Disponível em: <<https://fatecbr.websiteseuro.com/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/41>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

MORAIS, José. **Módulo GSM SIM800L**. Copyright© 2019 Portal Vida de Silício, 2018. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/modulo-gsm-sim800l/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

THOMSEN, Adilson. **Como programar o módulo ESP8266 NodeMCU**. FilipeFlop Componentes Eletrônicos, artigo publicado em: 18 fev. 2016. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/esp8266-nodemcu-como-programar/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.