



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Fernando de Oliveira Lima

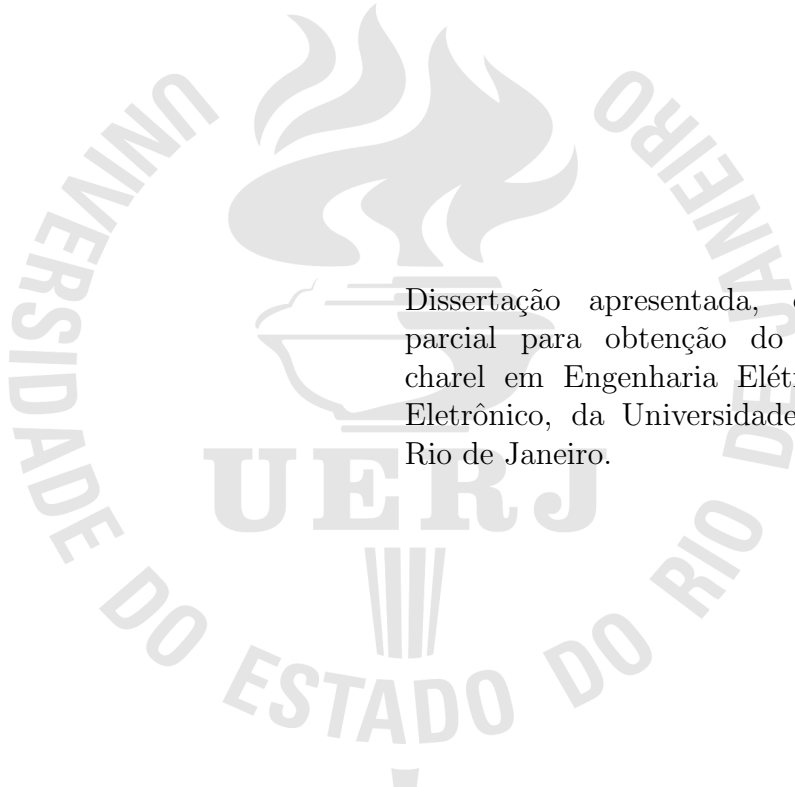
**Sistema Escalável para Aplicações de Internet das Coisas
utilizando MQTT**

Rio de Janeiro

2018

Fernando de Oliveira Lima

Sistema Escalável para Aplicações de Internet das Coisas utilizando MQTT



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica - Sistemas Eletrônico, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Michel Tcheou, DSc

Co-Orientador Prof. Lisandro Lovisolo, DSc

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE

S237

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

Sobrenome, Nome do Autor

Título do trabalho / Nome completo do autor. – 2012.
105 f.

Orientadores: Nome do orientador1;

Nome do orientador1.

Dissertação(Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Engenharia.

Texto a ser informado pela biblioteca

CDU 621:528.8

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Nome do Aluno

Título do Trabalho

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica - Sistemas Eletrônico, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em: 28 de Agosto 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Nome do Professor 1 (Orientador)
Instituto de Matemática e Estatística da UERJ

Prof. Dr. Nome do Professor 2
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof. Dr. Nome do Professor 3
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - COPPE

Prof. Dr. Nome do Professor 4
Instituto de Geociências da UFF

Prof. Dr. Nome do Professor 5
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - COPPE

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

Aqui entra sua dedicatória.

AGRADECIMENTO

Aqui entra seu agradecimento.

É importante sempre lembrar do agradecimento à instituição que financiou sua bolsa, se for o caso...

Agradeço à FAPERJ pela bolsa de Mestrado concedida.

RESUMO

LIMA, Fernando *Sistema Escalável para Aplicações de Internet das Coisas utilizando MQTT*. 105 f. Dissertação (Engenharia Elétrica - Sistemas Eletrônicos) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2018.

No meio da revolução dos dados, cresce o interesse em comunicação entre máquinas e compartilhamento de dados telemétricos sobre dispositivos, seja numa fábrica ou em residências. Esta dissertação trata sobre um sistema para aplicações de internet das coisas(IoT) utilizando MQTT a *lingua franca* para publicação de dados telemétricos via TCP/IP. Englobando todos os setores de aquisição dos dados a camada de aplicação em consoles.

Palavras-chave: iot, mqtt, indústria.

ABSTRACT

In the verge of the data revolution, a growing interest in communication between machines and the sharing of telemetric data on devices rises, whether in a factory or in a residence. This dissertation deals with a system for Internet applications of things (IoT) using MQTT the *lingua franca* for publishing telemetric data via TCP / IP. Encompassing all sectors of data acquisition to the application layer in consoles.

Keywords: iot, mqtt, industry .

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	As três camadas do IoT, dos sensores ao mundo real.....	12
Figura 2	Diferenças entre OSI e TCP/IP em suas camadas	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	As camadas e e suas funções	15
----------	-----------------------------------	----

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	10
1	INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS.....	11
1.1	Internet das Coisas.....	11
1.2	As Camadas do IoT.....	11
1.2.1	Aquisição	12
1.2.2	Transmissão	13
1.2.3	Aplicação	13
1.3	Camadas de Rede	14
2	A INTERFACE E SUA LIGAÇÃO COM IOT	16
2.1	Algumas tecnologias em IoT	16
2.1.1	RFID.....	16
2.1.2	Redes NB	16
2.1.3	Low Energy Bluetooth.....	16
2.1.4	TCP/IP.....	16
2.2	A interface.....	16
2.3	A Interface.....	16
	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS.....	19

INTRODUÇÃO

O cenário atual do desenvolvimento tecnológico encontra-se no meio de uma quarta revolução industrial. Nunca se produziu tantos dados e utilizou-se redes como a própria internet para propaga-los. É de se esperar que tanto o cenário acadêmico e o próprio mercado demandem inovações para o compartilhamento desses dados em tempo real ou próximo disso. Fazendo aquecer o mercado que engloba transporte, análise e inteligência de dados.

Essa revolução possui um nome, Indústria 4.0. Ela engloba todas as áreas que lidam com dados, da análise à rede que distribui os dados. E dentre estas áreas complexas, que envolvem quase todos os subgrupos da engenharia elétrica, encontra-se a Internet das Coisas, ou IoT, como iremos nos referenciar nesta dissertação.

A Internet das Coisas é a rede ou sistema que adquire, compartilha e aplica dados de dispositivos previamente equipados para medir e divulga-los. Ela é derivada métodos de comunicação entre máquinas e telemetria. Pode ser dissecada em três camadas de aquisição, comunicação e aplicação destes dados e pode ser implementada utilizando diversos protocolos de comunicação, dependendo da tecnologia disponível.

Este projeto propõe uma interface para lidar com o a pilha TCP/IP, uma unanimidade em redes que se comunicam com a internet. Podendo se estender para outros protocolos de aplicações de escopo fechado. O foco está no protocolo de aplicação MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), um protocolo que trabalho em cima do TCP/IP, leve e extremamente utilizado para compartilhamento dados telemétricos, de estado e de pequenas mensagens. Oferecendo uma API para tanto a aquisição assim como o recebimento e armazenamento destes dados.

1 INDÚSTRIA 4.0 E INTERNET DAS COISAS

A revolução dos dados atingiu praticamente todas as áreas de engenharia elétrica, desde a eletrônica, desenvolvendo dispositivos capazes de receber dados telemétricos, processá-los e enviá-los para demais hubs, a servidores de armazenamento de dados, recorrentemente chamados de Data Warehouses. Esse conjunto de mudanças engloba a Indústria 4.0, uma indústria que capta dados de suas máquinas em tempo real em larga escala, analisa, armazena, e utiliza inteligência artificial e estatística, para tomada de decisões estratégicas, contando sempre, é claro, com ajustes humanos.

1.1 Internet das Coisas

Dentre o meio da Indústria 4.0, encontra-se a internet das coisas ou IoT, responsável por estruturar as aplicações de aquisição, transmissão e armazenamento de dados a serem analisados. Não é uma surpresa que este setor envolva áreas como eletrônica, computação e telecomunicações em um pacote só. De fato suas camadas são mundos diferentes interligados a um propósito : transmitir dados sobre um dispositivo e/ou para um dispositivo em tempo real.

Pode-se definir IoT como a estrutura que comunica dispositivos em rede, permitindo a transmissão de dados sobre estes em tempo real. É a ponte que permite a troca de informações sobre um dispositivo, qual seu status, seu desempenho, suas condições físicas e do ambiente ao seu redor. Mas, para que este ciclo esteja completo é necessário camadas que desempenham tarefas específicas, para que o dado chegue a quem ou a o que está esperando.

1.2 As Camadas do IoT

Semelhante as camadas de rede, as camadas de IoT também exercem funções específicas no transporte de dados, e a camada acima não necessariamente precisa saber como a inferior funciona, somente precisa dos dados que esta camada entrega e executar suas tarefas sobre estes até chegar ao destino especificado.

A primeira camada é a de aquisição de dados, que lida com o mundo físico e amostra estes dados através de sensores e conversores A/D, também realiza o processamento para

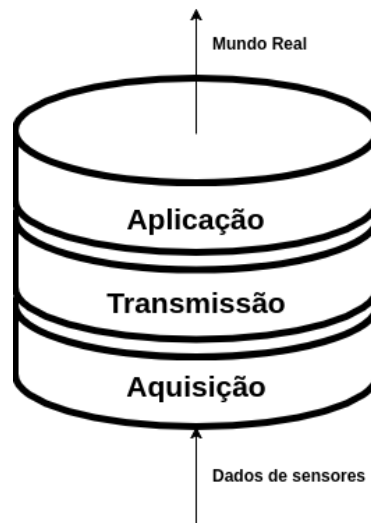


Figura 1 As três camadas do IoT, dos sensores ao mundo real

entregar em um formato adequado para transmissão e entendível do outro lado, dependendo da aplicação. A segunda camada é a camada de transmissão, onde estão, efetivamente, as camadas de rede embutidas. Como o nome já denuncia, ela lida com os aspectos de rede e comunicação para que os dados cheguem aos seus destinos. E por último temos a camada de aplicação, a mais abrangente e que envolve maior poder computacional. Ela recebe os dados e lida com os processos de aplicação destes dados, seja análise, visualização, armazenamento ou a estruturação destes.

1.2.1 Aquisição

A etapa de aquisição está inserida diretamente no contexto de dados físicos, geralmente são hardwares menos complexos, focados em processamento de dados e entrada e saída com conversão analógico-digital. Se comunicam com sensores ou centrais de controle lógico. São responsáveis por:

- Receber dados de sensores;
- conversão A/D;
- Processamento e calibragem de valores;
- Envio de dados em tempo real;

Para atender essas tarefas, não é necessário grande poder de processamento, microcontroladores ou microprocessadores são capazes de atender tais necessidades se acom-

panhados de módulos de rede e portas I/O, assim como a implementação do software. Veremos dois exemplos no capítulo de implementação do projeto, que utilizam tanto MCU (Micro-Controller Units) ou Consoles com Sistemas Operacionais leves.

1.2.2 Transmissão

Esta camada é o coração do IoT. A forma de transmissão define quais dispositivos eletrônicos e qual sua especificação técnica necessária para os quesitos de transmissão. Também define como os softwares da camada de aplicação e aquisição devem ser implementados baseado na estrutura da pilha de rede que será usada para transmitir.

Na próxima seção, veremos sobre a camada de rede e suas diversas formas de implementação. É importante que esta camada seja definida da melhor forma a atender sua aplicação, atendendo aspectos:

- quantidade de dados transmitido;
- número de acessos;
- distância entre dispositivos;
- segurança;

1.2.3 Aplicação

A camada de aplicação encabeça a pilha do IoT. É ela que de fato trata os dados e realiza as aplicações deste. Ela disponibiliza os dados para o mundo real, podendo exercer múltiplas funções simultâneas incluindo:

- Armazenamento e Análise;
- Visualização;
- Inteligência e aprendizado;
- Serviços e servidores;
- Gerenciamento e configuração;

Nesta camada estão presentes os endpoints apontados pela camada de aquisição, o destino dos dados. Bem assim como os servidores que gerenciam os clientes (geralmente implementados na camada de aquisição) e serviços e configurações oferecidos pelo sistema em si.

1.3 Camadas de Rede

Como visto anteriormente, a camada de transmissão basicamente define a infraestrutura do sistema. Ela é construído com as camadas de rede como base. Portanto definir as camadas de rede e seus protocolos é definir a camada de transmissão em si.

Redes de computadores são complexas com diferentes aspectos a se preocupar. Dividir em camadas permite modularizar a implementação da rede, de modo que cada camada tenha uma tarefa na estrutura de comunicação dos aspectos físicos ao software. Como a camada de cima não precisa saber sobre os detalhes e especificações da camada de baixo, as mudanças de uma parte do sistema é transparente para o resto do sistema. Existem diversas formas de implementação de camadas, mas todas se baseiam em um modelo de referência, o modelo OSI [1].

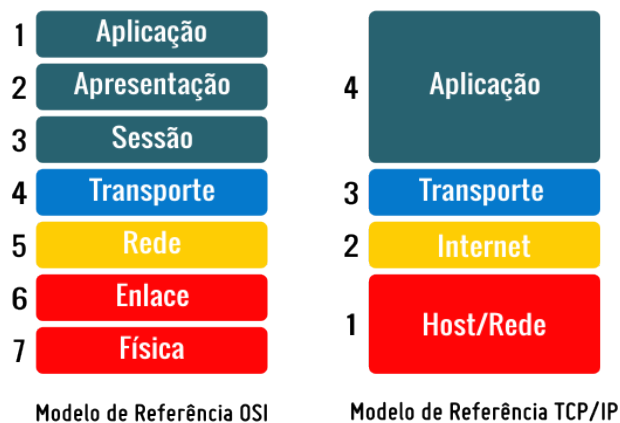


Figura 2 Diferenças entre OSI e TCP/IP em suas camadas

Baseado no modelo OSI. Temos o modelo TCP/IP [2], utilizado na internet e base para protocolos de aplicação muito utilizados como HTTP, WebSocket e MQTT. Em ambos cada camada exerce uma tarefa com seu respectivo protocolo, como resumido na tabela Tabela 1.

O foco desta literatura está na camada de aplicação e suas funcionalidades. Apesar de diferentes tecnologias utilizarem diferentes camadas abaixo, serão específicas carac-

Tabela 1 As camadas e suas funções

CAMADA	DETALHES
7 - Aplicação	Define instruções específicas da aplicação
6 - Apresentação	Formatação dos dados, conversão dos dados
5 - Sessão	Negociação e conexão com outros nós, analogia
4 - Transporte	Oferece métodos para a entrega de end-to-end
3 - Rede	Roteamento de pacotes em uma ou várias redes
2 - Enlace	Detecção de erros;
1 - Física	Aspectos físicos da transmissão

terísticas de protocolos construídos em cima do TCP/IP, por seu uso na Internet e redes industriais, e que sejam eficientes em trocas de mensagens em tempo real.

2 A INTERFACE E SUA LIGAÇÃO COM IOT

No capítulo 1, foi visto as bases para se implementar um projeto de IoT. A área começou a receber fortes investimentos e atenção por volta de 2009 e desde então foram feitas consideráveis implementações utilizando tecnologias e protocolos diferentes. Neste capítulo serão apresentados algumas dessas variações, para fins de comparação e respaldo para importância e objetivo deste projeto.

2.1 Algumas tecnologias em IoT

Estas são algumas tecnologias que satisfazem as condições apresentadas para um sistema IoT, nem todas utilizam o protocolo TCP/IP, mas todas são capazes de fazer seus dispositivos comunicarem-se em tempo real levando em consideração seus alcances e escalabilidade.

2.1.1 RFID

2.1.2 Redes NB

2.1.3 Low Energy Bluetooth

2.1.4 TCP/IP

2.2 A Interface

Inicialmente, os conceitos e ideias do projeto eram voltados a desenvolver uma interface no qual um desenvolvedor poderia implementar um sistema IoT de ponta a ponta utilizando APIs que direcionariam para um desses protocolos da sessão 2.1, porém as diferenças entre os protocolos e as camadas de base, fazem com que esta solução esteja mais distante. Então o foco voltou-se para tecnologias que tenham base na pilha TCP/IP, por sua vasta implementação nas redes industriais e residências e na Internet.

Neste projeto iremos ver a implementação desta interface para o protocolo MQTT, cuja escolha será justificada adiante. Serão descritas as interfaces para as três camadas, que são de baixo custo, open-source e altamente escaláveis para construir outras aplicações com esta como base.

CONCLUSÃO

Aqui entra sua conclusão!!

REFERÊNCIAS

- [1] ZIMMERMANN, H. Innovations in internetworking. In: PARTRIDGE, C. (Ed.). Norwood, MA, USA: Artech House, Inc., 1988. cap. OSI Reference Model&Mdash;The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection, p. 2–9. ISBN 0-89006-337-0. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=59309.59310>>.
- [2] COMER, D. E. *Internetworking with TCP/IP - Volume I: Principles, Protocols and Architecture*. 3. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 1995.