



Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso

Arquitetura IoT de alta disponibilidade e baixa latência baseada em computação de borda e nuvem aplicada no contexto de cidades inteligentes e big data

Acadêmico: Gabriel Prando

Orientador: Gustavo Weber Denardin

1. INTRODUÇÃO

A área de IoT (internet das coisas) vem em uma grande crescente na última década, muito devido à expansão da internet e de aplicações distribuídas. Cada vez mais dispositivos inteligentes vêm sendo lançados no mercado, em sua grande maioria conectados a internet e com algum meio de telemetria ou comunicação. Segundo a pesquisa *worldwide iot connected devices data size* da empresa (Statista Research Department, 2016) estima que até meados do ano de 2023 o número de dispositivos conectados atinja a casa dos 50 bilhões e nos próximos anos ultrapasse os 75 bilhões.

A comunicação sem fio é o meio mais utilizado pelos dispositivos IoT, sendo que entre os protocolos mais utilizados estão o Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, GSM (Global System for Mobile Communication), RFID e LoRaWAN (AspenCore, 2019). Tendo em vista todo esse contexto de crescimento da internet e de dispositivos interconectados, houve também um grande aumento na geração de dados. Em estudo publicado pelo International Data Corp (IDC, 2021) prevê que até 2025 sejam gerados mais de 163 zettabytes (ZB) de dados no mundo.

Em aplicações IoT é muito comum de se ter troca de mensagens entre diferentes dispositivos, o que é importante para que um dispositivo tenha conhecimento do estado do outro, para que assim possa efetuar uma ação de controle. Para a troca de mensagens entre dispositivos IoT o protocolo MQTT (Message Queue Telemetry Transport) é muito utilizado por ser leve a ter um bom desempenho em conexões de banda larga baixa.

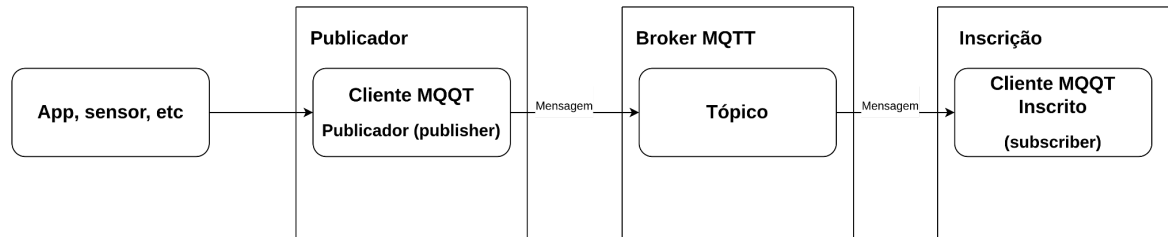
A arquitetura do protocolo do MQTT segue um padrão de publicação e assinatura, também conhecida como Pub/Sub, ilustrado na Figura 1. Nessa arquitetura é possível observar 3 componentes principais: Publicador (Publisher), Broker (Gerenciador intermediário) e Subscriber (Inscrição). Segundo Xu, Mahendran e Radhakrishnan (2016), cada componente é definido por:

Publisher – dispositivos que geram dados. Os dados são publicados seguindo o formato de tópicos.

Broker – O Intermediário age como um nó central realizando a comunicação entre Publicadores e Assinantes.

Subscriber – Os Assinantes recebem as mensagens publicadas, conforme o tópico em que se inscreveram. Para publicar os dados por meio do MQTT, um Publisher, inicialmente realiza uma solicitação para conexão com o Broker.

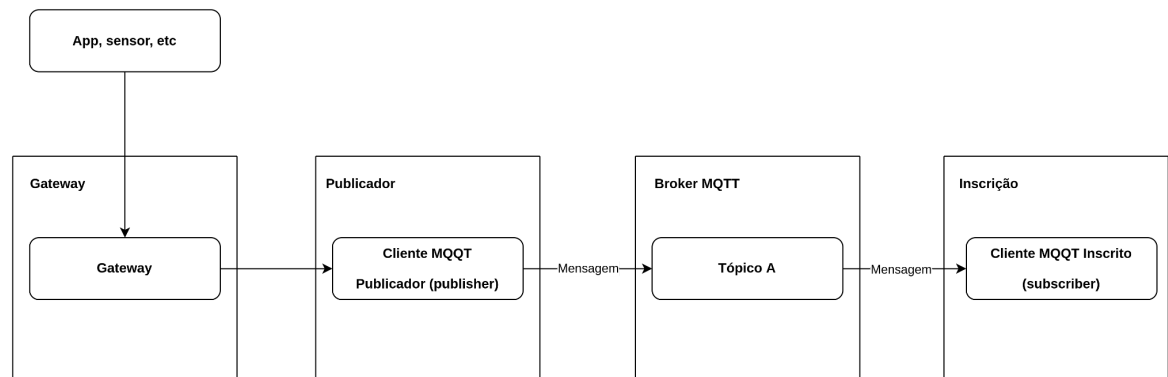
Figura 1 - Arquitetura MQTT



Fonte: Adaptado de Al-Fuqaha et al. (2015)

Outro fator comum nas aplicações de IoT é a falta ou limitação de conexão com a internet. Uma alternativa é se utilizar MQTT-NS, um protocolo para rede de sensores que não depende do protocolo TCP-IP e opera em camadas como ZigBee, bluetooth, UDP, comunicação serial, etc. Isso combinado com um gateway para fazer o proxy de dados provenientes da comunicação MQTT-NS para uma rede MQTT com acesso a internet é uma ótima combinação, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Arquitetura MQTT-NS com Gateway



Fonte: Autoria própria

Em aplicações tradicionais de IoT geralmente tem-se um único gateway e broker para uma rede de sensores, o que faz com que seja um ponto de falha, pois quando houver indisponibilidade no gateway, acarretará problema em toda a rede. Visando se ter uma arquitetura tolerante a falha e com o mínimo de indisponibilidade, a proposta do TCC prevê a implantação de uma arquitetura multi-gateway e um balanceamento dos clientes de um gateway com problemas para um gateway que esteja com funcionamento normal, tendo assim menos pontos de falha na arquitetura.

1.1 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma arquitetura para aplicações IoT resiliente e tolerante a falhas, com clientes implementando protocolo MQTT-NS e gateways distribuídos utilizando computação de borda.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Projetar uma arquitetura de IoT resiliente e tolerante a falhas
2. Simular uma rede de sensores
3. Implementar gateways distribuídos para a rede de sensores
4. Balancear carga de clientes entre gateways quando houver indisponibilidade em um gateway
5. Distribuir carga entre brokers durante alto throughput ou saturação em uma região
6. Receber dados do gateway em um broker MQTT e enviar para nuvem
7. Validar eficiência em ambientes catastróficos e críticos

2 METODOLOGIA

Neste capítulo serão abordados os métodos e materiais utilizados para a implementação.

2.1 MATERIAIS

Sistema operacional RIOT-OS, broker MQTT EMQX, Grafana, InfluxDb, MQTT-NS, servidores linux.

2.2 MÉTODO

O desenvolvimento do trabalho será realizado em 4 etapas. Na primeira será revisado os conceitos vinculados a aplicações IoT e aos protocolos MQTT e MQTT-NS, de forma a entender a fundo seu funcionamento a baixo nível, suas aplicações e limitações técnicas. Com base nessa revisão pretende-se propor uma arquitetura escalável e resiliente para aplicações IoT. Já na segunda etapa vai ser realizada a implementação da arquitetura proposta, fazendo uma aplicação IoT utilizando o sistema operacional RIOT-OS que já tem

suporte nativo ao protocolo MQTT-NS. Após, será simulada uma rede de dispositivos com essa aplicação que irá fazer o envio de informações para um gateway virtualizado em um servidor Linux. Para o gateway, será desenvolvido uma arquitetura de multi-gateways, que irão receber dados de diferentes dispositivos espalhados e enviar os dados para um broker resiliente e de alta disponibilidade em nuvem. Na terceira etapa irá ser testado a aplicação em ambientes críticos, por exemplo, saturação em um gateway, queda e indisponibilidade e alto throughput em um pequeno período na rede, a fim de manter o sistema balanceado horizontalmente e com disponibilidade. Por fim, na quarta etapa, pretende-se coletar métricas de como a arquitetura se comportou nos cenários de teste, a fim de validar a eficiência do modelo proposto.

3 CRONOGRAMA

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10
Referencial teórico		X	X	X						
Simulação de rede de sensores				X	X	X	X			
Implementação de arquitetura multi-gateway				X	X	X				
Resultados parciais					X					
Balanceamento em alto throughput e saturação					X	X	X			
Testes em cenários catastróficos							X	X		
Coleta métricas							X	X		
Apresentação de resultados								X	X	
Escrita e documentação										X

REFERÊNCIAS

COLOMBO, Jamires Fátima; FILHO, João de Lucca. INTERNET DAS COISAS (IOT) E INDÚSTRIA 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 2, p. 72–85, 2018.

Vista do Cenário Atual, Perspectivas e Aplicações de IoT. Disponível em: <<http://rtic.com.br/index.php/rtic/article/view/120/117>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

INC., EMQ Technologies. **EMQX: The World's #1 Open Source Distributed MQTT Broker**. emqx.io. Disponível em: <<https://www.emqx.io/>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

MQTT-S — A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks. IEEE Xplore. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/4554519>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

COPE, By Steve. **Introduction to MQTT-SN (MQTT for Sensor Networks).** |. Disponível em: <<http://www.steves-internet-guide.com/mqtt-sn/>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

Grafana: The open observability platform. Grafana Labs. Disponível em: <<https://grafana.com/>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

Edge Based MQTT Broker Architecture for Geographical IoT Applications. IEEE Xplore. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9016528>>. Acesso em: 23 Aug. 2022.

VAILSHERY, Lionel Sujay. **IoT devices installed base worldwide 2015-2025.** Statista. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>>. Acesso em: 26 Aug. 2022.

GUO, Huadong. Big data drives the development of Earth science. **Big Earth Data**, v. 1, n. 1–2, p. 1–3, 2017.

AL-FUQAHA, A.; GUIZANI, M.; MOHAMMADI, M.; ALEDHARI, M.; AYYASH, M. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, v. 17, n. 4, p. 2347–2376, 2015.

Data Creation and Replication Will Grow at a Faster Rate than Installed Storage Capacity, According to the IDC Global DataSphere and StorageSphere Forecasts. IDC: The premier global market intelligence company. Disponível em: <<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47560321>>. Acesso em: 29 Aug. 2022.

Integrating IoT and Advanced Technology Designs, Application Development & Processing Environments. AspenCore: 2019 Embedded Markets Study. Disponível em: <https://www.embedded.com/wp-content/uploads/2019/11/EETimes_Embedded_2019_Embedded_Markets_Study.pdf>. Acesso em: 30 Aug. 2022.