



# Análise de Desempenho e Eficiência Energética dos Protocolos MQTT e CoAP no contexto de IoT

Emanuel de F. Vieira, Murilo Cervi,  
Renato P. de Azevedo, Tiago A. Rizzetti



**PPGTEPT**

Programa de Pós-Graduação em

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM)

# Motivação

- A presença de dispositivos de Internet das Coisas (IoT) pode gerar riscos significativos à privacidade, pois as interações com os usuários envolvem grandes quantidades de dados coletados sem um padrão definido. (Liu et al. 2018, de Oliveira et al. 2019)
- Dispositivos IoT:
  - Recursos energéticos **limitados**;
  - Memória e capacidade de processamento **restritas**.



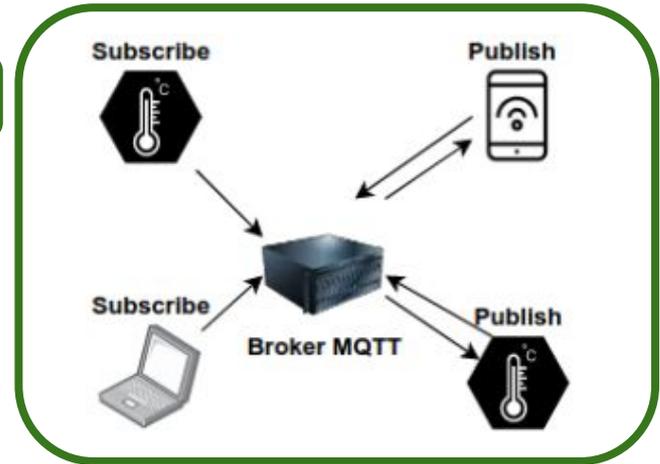
# Protocolos de comunicação

- A escolha adequada de protocolos e frameworks pode contribuir significativamente com o desempenho e eficiência energética das aplicações IoT.
- MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)
- CoAP (*Constrained Application Protocol*)

# Protocolos de comunicação

- A escolha adequada de protocolos e frameworks pode contribuir significativamente com o desempenho e eficiência energética das aplicações IoT.
- MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)  
↳ Modelo Publicação/Assinatura
- CoAP (*Constrained Application Protocol*)

## Protocolo TCP (TLS)



Fonte: Retirado de (QUINCOZES; QUINCOZES; KAZIENKO, 2021)

# Protocolos de comunicação

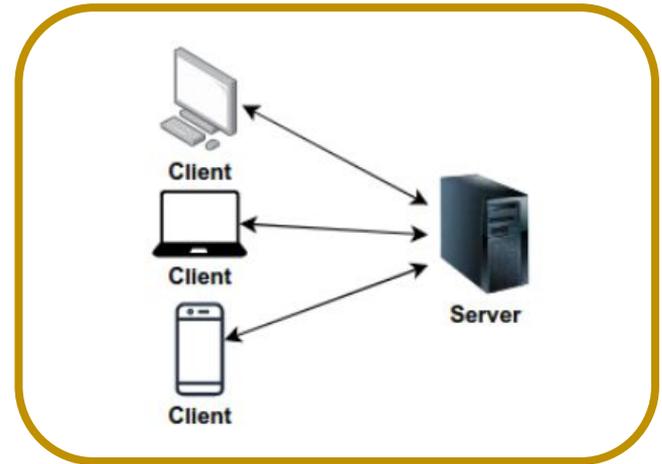
- A escolha adequada de protocolos e frameworks pode contribuir significativamente com o desempenho e eficiência energética das aplicações IoT.

- MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

- **CoAP (*Constrained Application Protocol*)**

↳ Modelo Cliente/Servidor

**Protocolo UDP (DTLS)**



Fonte: Retirado de (QUINCOZES; QUINCOZES; KAZIENKO, 2021)

# Testes realizados

- **MQTT**
- **MQTT (TLS)**
- **CoAP**

# Testes realizados

- MQTT

- MQTT (TLS)

- CoAP

## > Criptografia Assimétrica

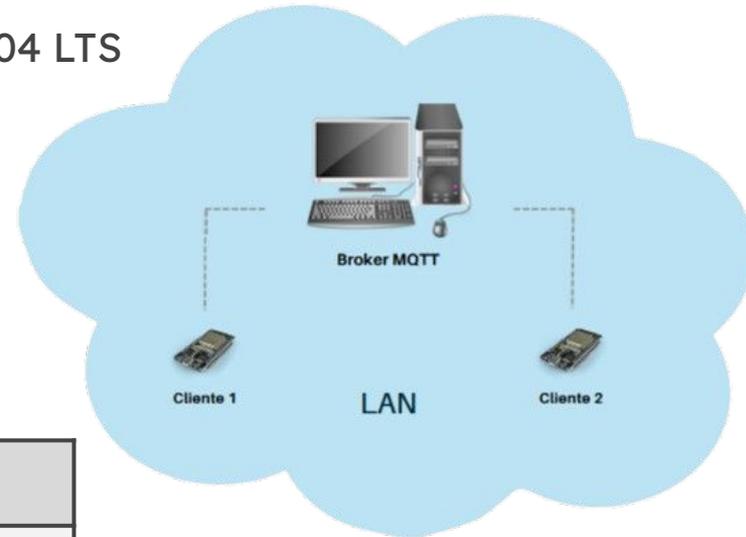
- Certificados digitais;
- Algoritmo SHA-256:
  - Integridade das mensagens
- Algoritmo AES-256:
  - Cifração das mensagens

# Ambiente de testes

- VM VirtualBox: Máquina virtual Ubuntu *Server* 22.04 LTS
  - **Broker MQTT:** Mosquitto.
  - **Servidor CoAP:** Libcoap.
- Microcontroladores ESP32 *Devkit V1*
  - Programados para atuar como clientes

	MQTT	MQTT (TLS)	CoAP
Bibliotecas utilizadas	PubSubClient WiFi WifiClient	PubSubClient WiFi WifiClientSecure	CoAP-simple-library WiFi

Fonte: Autor



Fonte: Autor

# Análise de desempenho e consumo

- **Desempenho**
- **Consumo energético**

# Análise de desempenho e consumo

- **Desempenho**
- **Consumo energético**

- > **Taxa de Transferência;**
- > **1.000 mensagens transmitidas;**
- > **Diferentes tamanhos:**
  - 256, 512 e 1024 Bytes.
- > **Analisar o tempo necessário para:**
  - Transmitir todas as mensagens;
  - Processar a chegada das mensagens.
- > **Objetivo de avaliar a capacidade dos protocolos em lidar com grandes volumes de dados.**

# Análise de desempenho e consumo

- **Desempenho**

- **Consumo energético**

- > **Equipamentos de bancada:**

- Osciloscópio DPO2014 (Tektronix);
- Fonte de alimentação DP711 (Rigol).

- > **Objetivo de avaliar o consumo de energia dos dispositivos ESP32;**

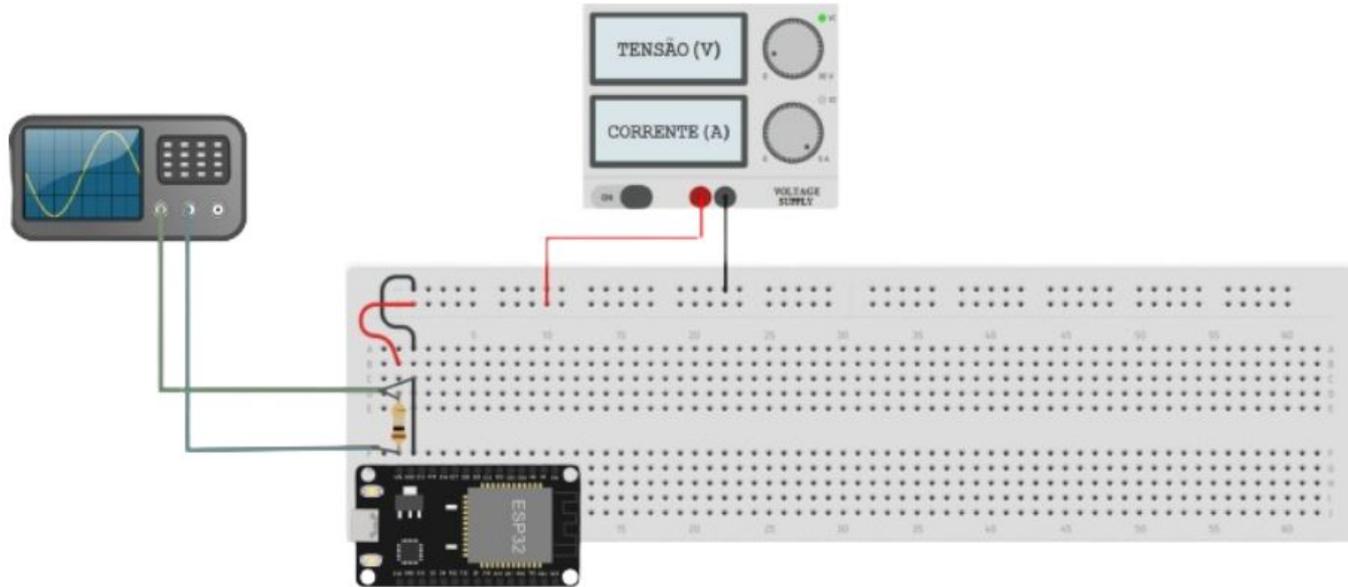
- > **Para obter consumo de energia:**

**Potência (W) = Corrente (A) X Tensão (V)**

**Energia (J) = Potência (W) x Tempo (s)**

- > **A fim de obter a média, os testes foram repetidos cinco vezes;**

# Circuito utilizado

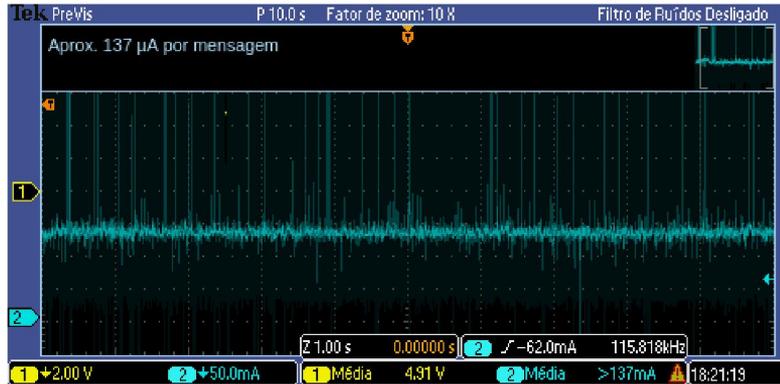


Fonte: Autor

# Resultados obtidos

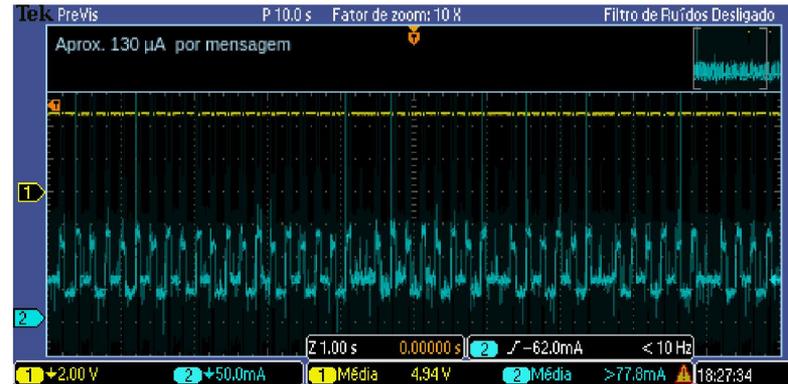
- Cenário envolvendo protocolo **MQTT sem criptografia**:
  - **Atraso significativo no recebimento** das mensagens no ESP32 (quando enviado na frequência máxima)
- Implementação de um atraso de **20 ms** entre o envio de cada mensagem

Sem atraso



Fonte: Autor

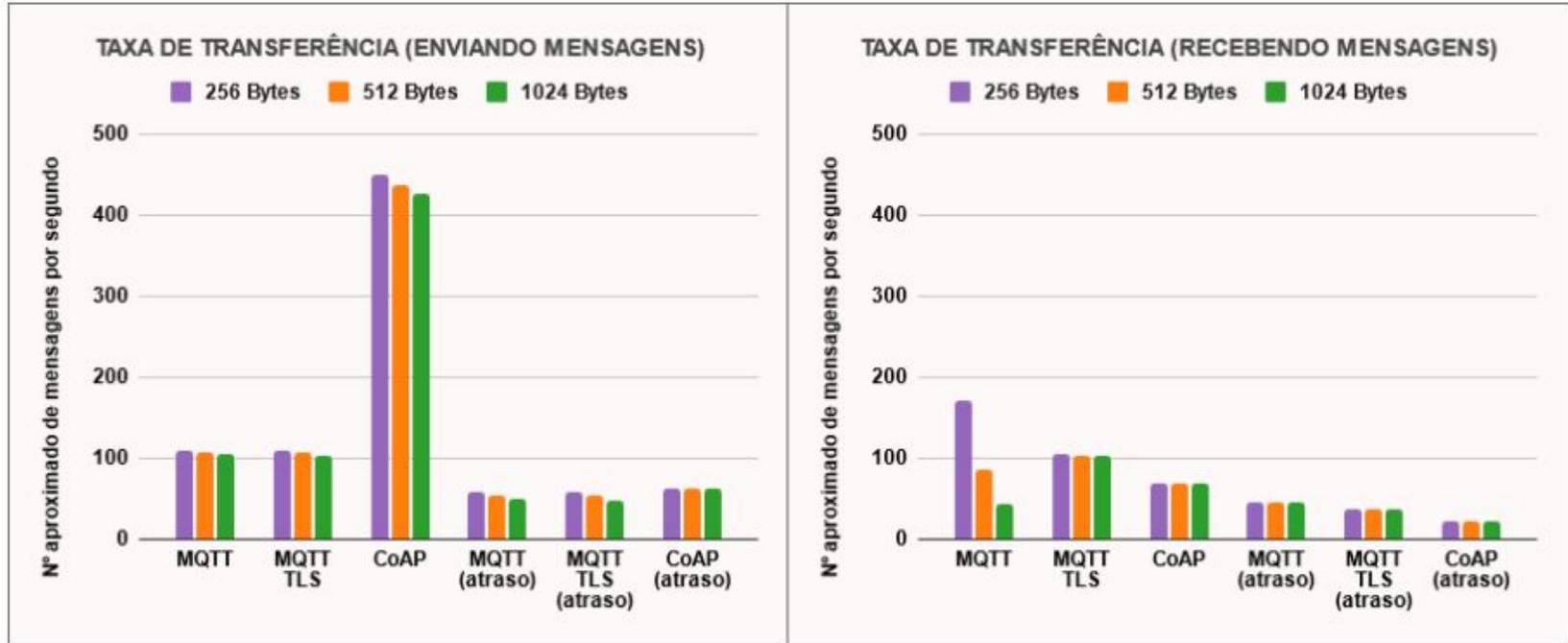
Atraso de 20 ms



Fonte: Autor

# Resultados obtidos

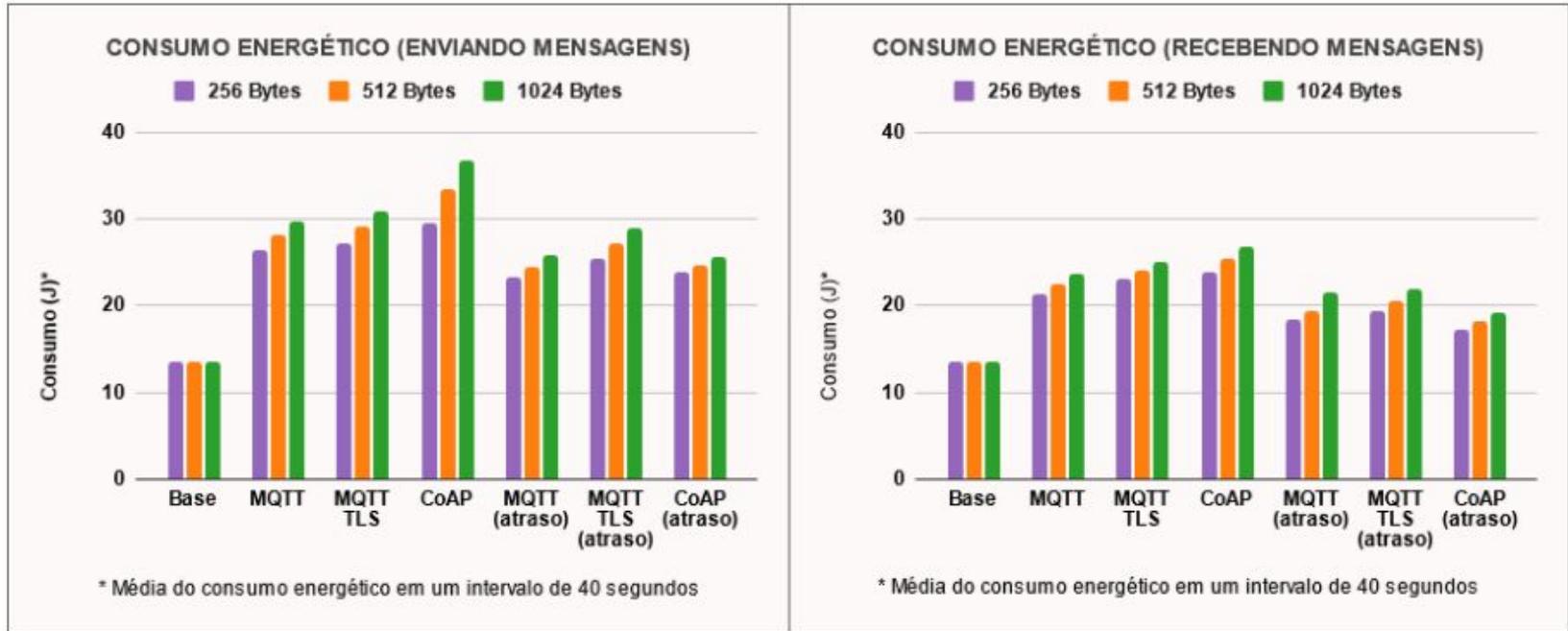
- TAXA DE TRANSFÊRÊNCIA



Fonte: Autor

# Resultados obtidos

- CONSUMO ENERGÉTICO



Fonte: Autor

# Considerações finais

- **Alguns desafios técnicos foram encontrados**
- **Relevância do estudo**
  - Eficiência energética e desempenho das aplicações;
  - Comportamento dos dispositivos;
  - Importância de considerar fatores específicos de cada contexto.
- **Trabalhos futuros**

# Muito obrigado!

## Contato:

- Emanuel de Franceschi Vieira
  - [emanuel.franceschi@acad.ufsm.br](mailto:emanuel.franceschi@acad.ufsm.br)

