

Avaliação de Desempenho de Redes Wi-SUN em Aplicações Internet das Coisas

Lucas C. Moreira¹, Douglas D. M. Silva¹, Kristtopher K. Coelho¹, Thiago C. Rocha^{1,3}, ¹Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal ² Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) ³ OneRF
Maurício M. Okuyama³, Eduardo C. Cardoso³, Gustavo R. Pinheiro^{2,3}, José A. M. Nacif¹

Introdução

A **Internet das Coisas** (IoT) permite aplicações em cidades inteligentes, redes elétricas e medição inteligente, exigindo redes de comunicação robustas, eficientes e de baixo consumo. Entre as tecnologias emergentes, as redes **Wi-SUN** (Rede Inteligente Ubíqua Sem Fio) **FAN** se destacam pela escalabilidade e interoperabilidade.

O padrão Wi-SUN **FAN (Rede de Área de Campo) 1.0** utiliza modulação de **Chaveamento por Deslocamento de Frequência (FSK)**, enquanto o Wi-SUN **FAN 1.1** adota a **Multiplexação por Divisão Ortogonal de Frequência (OFDM)**, permitindo maior taxa de transmissão, menor latência e melhor alcance.

Este trabalho compara experimentalmente os dois padrões em campo, com validação pelo modelo de propagação **Okumura-Hata**.

Objetivos

O objetivo geral baseia-se em avaliar o desempenho dos padrões Wi-SUN **FAN 1.0 (FSK)** e **FAN 1.1 (OFDM)** em cenários reais e simulados, analisando métricas de **latência e nível de sinal recebido (RSL)** em diferentes **distâncias e cargas de tráfego (payloads)**. Assim, conseguimos validar os resultados experimentais por meio do modelo **Okumura-Hata**, estimando o alcance de cada modulação.

Metodologia

Os equipamentos utilizados foram: um **controlador de interface de rede (NIC)** da **OneRF** com 1W e antena externa, funcionando como um nó de roteamento (RN), e um kit **Silicon Labs Wi-SUN Wireless Starter Kit** (39mW) como um **roteador de borda (BR)**.

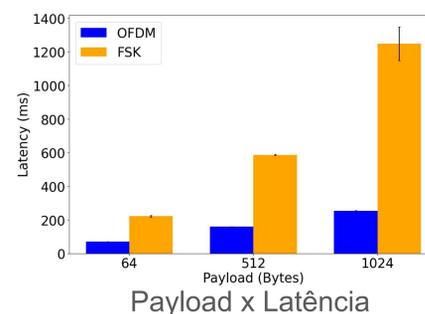
Utilizamos também um cenário real e um cenário simulado. No cenário real, coletamos valores de **Nível de Sinal Recebido (RSL)** em quatro distâncias (128m, 218m, 370m e 525m), com 10 amostras por ponto. No cenário simulado, aplicamos o modelo **Okumura-Hata** para extrapolação do **alcance**, considerando **frequência, altura das antenas e sensibilidade do receptor**.

As métricas analisadas para comparação tanto das distâncias quanto dos métodos de medição do cenário real e simulado foram a **latência** (payload vs. atraso de transmissão) e o **RSL** (de entrada e saída) em função da distância.

Apoio Financeiro



Resultados

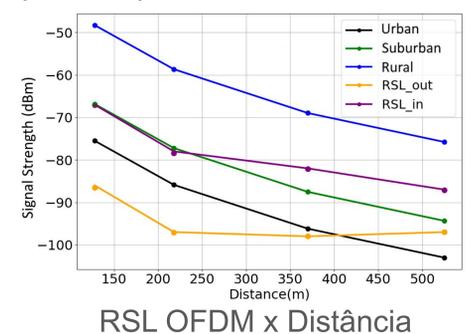
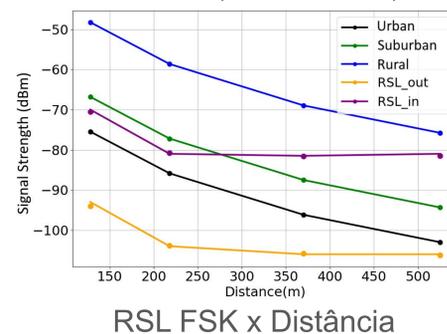


OFDM	RSL_in	RSL_out
128m	-86	-67
218m	-95	-79
370m	-98	-82
525m	-97	-87

FSK	RSL_in	RSL_out
128m	-93	-70,0
218m	-104	-80,5
370m	-104	-82,0
525m	-106	-81,5

Média dos valores de RSL na entrada e saída para modulações OFDM e FSK com variação de distância.

Valores reais (RSL in e out) x extrapolados para diferentes ambientes:



Conclusões

O padrão **Wi-SUN FAN 1.1 (OFDM)** apresentou desempenho superior ao **FAN 1.0 (FSK)** em **latência, alcance e robustez de sinal**. O modelo **Okumura-Hata** mostrou-se eficaz para prever o comportamento da modulação **OFDM**, confirmando sua aplicabilidade em cenários reais. Esses resultados reforçam a escalabilidade e confiabilidade do **FAN 1.1** em aplicações de **IoT** de baixo consumo energético, como redes elétricas inteligentes e cidades inteligentes.

Bibliografia

- Kawashima, Y.; Nagai, Y. Evaluation of migration methods for high transmission rate nodes in RPL. IEEE GCCE, 2024.
- Phung, G. Field area communication in urban environment: Wi-SUN protocol. Vaasa, 2022.
- Kato, T. Standardization and certification process for Wi-SUN wireless communication technology. Anritsu Technical Review, 2015.
- Zhao, Y.; Song, R.; Xia, L. A survey on smart grid and its applications. CSIS-IAC, 2023.
- Tuset-Peiro, P. et al. Evaluating IEEE 802.15.4g SUN for dependable low-power wireless communications. Preprints.org, 2020.
- Morikawa, Y.; Mizutani, K.; Harada, H. Heterogeneous in-band full-duplex for simultaneous SUN-OFDM transmission and SUN-FSK reception. IEEE IoT Journal, 2024.