

## CIDADES INTELIGENTES: CAMPANHA DE SITE SURVEY DE COBERTURA LORAMESH PARA MEDIDORES DE ÁGUA

JORDANA JORDÃO PEREIRA<sup>1</sup>; WELLINGTON HENRIQUE DE SOUZA  
MARCHI<sup>2</sup>, EMANUEL BARBOSA DA SILVEIRA<sup>3</sup>; SAMUEL S. TROINA<sup>4</sup>,  
MAIQUEL S. CANABARRO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – joordanap2@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – marchiwellington@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – emanuelbs71@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – samuel.troina@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – maiquel.canabarro@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O conceito da Internet das Coisas (IoT – do inglês Internet of Things) apresenta em sua gênese a capacidades de sensoriamento, de comunicação sem fio, aspectos estes que vêm revolucionando o dia a dia da vida da sociedade, agregando processamento e gestão dos dados. Neste contexto, aplicado a Cidades Inteligentes (Smart City – do inglês) atividades simples como coletas de dados de consumo dos hidrômetros que hoje são manuais e repetitivas podem facilmente serem automatizadas via IoT no contexto de Cidades Inteligentes, permitindo análise e gestão dos dados, maior precisão e confiabilidade, além do monitoramento do consumo em tempo real, contribuindo da forma efetiva e assertiva nos custos operacionais. Contudo, por utilizar uma comunicação sem fio e a complexidade por seus sensores estarem localizados próximos do solo, temos à necessidade de planejar a cobertura dos sensores objetivando a robustez da coleta de dados.

Neste contexto, surge a problemática deste trabalho, que é justamente a verificação da cobertura de sinal do protocolo de comunicação LoRaMesh, o qual se utiliza da modulação LoRa (Long Range), (SEMTECH, 2015; ORTIZ et al., 2018). Com o intuito de verificar a efetiva aplicação de uma rede LoRaMesh para coletas de dados em hidrômetros situados á nível do solo, realizou-se uma campanha de coleta de dados utilizando um ambiente controlado, um condomínio fechado com relevo uniforme a fim de analisar o comportamento dessa tecnologia neste contexto. Outro objetivo do atual trabalho perpassa pela contribuição na formação de massa crítica qualificada a atuar em uma área extremamente carente na Região do Extremo Sul Brasileiro, como a área de Rádio Propagação.

A tecnologia LoRa apresenta como principal vantagem prometer uma comunicação à longas distâncias com baixíssimo consumo de energia, características estas que fazem com que a tecnologia pertença as chamadas redes LPWAN (Low Power Wide Area Network) ou redes de longo alcance e baixa potência. SOARES et al. (2018) relata em trabalho que o rádio LoRa típico permite configurar parâmetros que influenciam no consumo de energia, no alcance da transmissão e na resistência ao ruído, entre eles estão a Potência de transmissão (TP), fator de espalhamento (SF), largura de banda (BW) e taxa de codificação (CR).

A tecnologia LoRaMESH, objeto de estudo deste trabalho, é a combinação da modulação LoRa, com todas as características descritas anteriormente, com a topologia de rede Mesh ou Malha, que é uma rede altamente escalável e de baixo custo, que permite a criação de uma ampla área de cobertura, sem grandes

investimentos. Em uma rede Mesh, o roteamento do caminho é automático e um dispositivo pode usar outros como intermediários para encaminhar mensagens para destinos que estejam fora de seu alcance. As vantagens de uma rede Mesh são a capacidade de auto recuperação e de se reconfigurar no caso de perda de conectividade com um nó ou grupo de nós, (SEMTECH, 2015).

## 2. METODOLOGIA

Para o levantamento de cobertura (tradução livre do inglês – Site Survey) foram utilizados rádios LoRa, com o intuito de verificar a efetiva aplicação de uma rede LoRaMesh para coletas de dados em hidrômetros situados á nível do solo, realizou-se uma campanha de coleta de dados utilizando um ambiente controlado, um condomínio fechado que apresentava níveis de relevo desconsideráveis a fim de analisar o sinal recebido RSSI (do inglês - Received Signal Strength Indicator) dos rádios que se encontravam dentro da faixa de sensibilidade dos datasheets dos respectivos, para essa campanha foram utilizados os rádios da empresa Radioenge.

O setup para levantamento do Path Loss (em tradução livre do inglês - perda de sinal) para simular o ecossistema de coleta de dados dos hidrômetros foram utilizando dois módulos LoRaMESH na configuração Mestre (Tx) - Slaves(Rxs), com antenas de aproximadamente 3dBi segundo o fabricante. Os parâmetros setados nos rádios foram: potência de transmissão (TP) de 20dBm, SF (fator de espalhamento) 10, CR (taxa de código) 4/5 e BW (largura de banda) de 125kHz. A frequência da portadora foi de 902,5 MHz, a qual se enquadra conforme as normas da ANATEL para tecnologia, pois no Brasil é utilizada a sub-banda nas faixas não licenciadas ISM (Industrial Científica e Médica) nas frequências de 902,3 – 914,9 MHz (upstream) e 923,3 – 927,5 MHz (downstream). Outro parâmetro a ser observado nos rádios utilizados se refere a sensibilidade de recepção sendo -137 dBm.

Os experimentos realizados foram baseados em uma análise empírica dos dados, posicionando o rádio Mestre em uma das residências com antena fixada a 2 metros de altura (ilustrado como Tx na Figura 1), rotulou-se os slaves (Rxs) posicionados a 30 cm de altura em pontos extremos, Figura 2, os quais não apresentavam visada direta com o transmissor (TX) ao longo das quadras do condomínio. Durante os experimentos mediu-se o RSSI (do inglês - Received Signal Strength Indicator).

Figura 1 – Distribuição dos pontos Slaves (Rxs) e seu Master (TX).



Fonte: Adaptado de <https://www.google.com/maps/>

Figura 2 – Posição coletores (pontos Rx) à nível de solo.



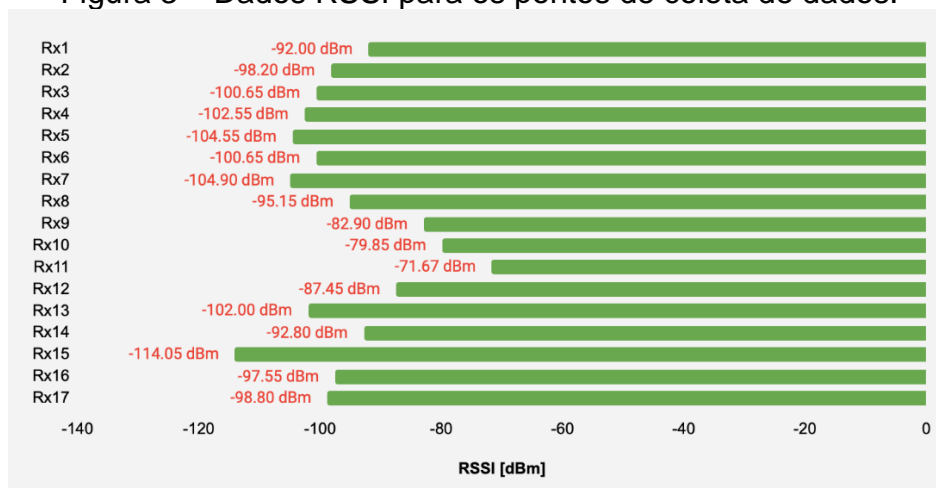
Fonte: (autoria própria).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizado a campanha de Site Survey dos pontos que objetivou a obtenção do RSSI dos sinais nos pontos Rx, escolhidos empiricamente, conforme ilustrado na Figura 2.

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 3, podemos verificar que os valores de RSSI ficaram dentro da sensibilidade dos rádios em cada ponto. Resultados estes que ilustra as possibilidades de efetividade da tecnologia LoRaMesh como uma forte candidata a ser aplicada na coleta de dados no contexto de distribuição de água potável a sociedade e intimamente ligado ao cenário que grandes cidades estão empenhadas em aplicar, que trata das chamadas cidades inteligentes, pois além de agregar monitoramento on-line possibilitaria uma gestão eficiente do sistema. Assim, pode-se verificar que com apenas um mestre da rede é possível gerar cobertura robusta e redundante de coleta dos dados dos hidrômetros do condomínio. Cabe ressaltar que se trata uma comunicação de longo alcance com baixíssimo consumo de energia, características que fazem com que ela se enquadre nas redes LPWAN (Low Power Wide Area Network) ou redes de baixa potência e longo alcance.

Figura 3 – Dados RSSI para os pontos de coleta de dados.



Fonte: (autoria própria).

#### 4. CONCLUSÕES

Ao analisar as etapas do experimento, é possível cogitar a utilização de uma alternativa para a comunicação em condomínio privado, empregando a tecnologia LoRaMESH nesse contexto de cidades inteligentes. Um ponto a acrescentar é que a tecnologia LoRaMeh por se tratar de uma topologia de rede que permite se regenerar utilizando dos próprios coletores apresenta uma robustez necessária para atuação em cases como o abordado neste trabalho. Outro ponto a se destacar é que se trata de uma tecnologia de baixo custo de implementação e manutenção dado sua peculiaridade de ser formada basicamente por coletores de dados e seu Master que é simplesmente, mais um rádio de rede. Como trabalho futuro destaca-se a necessidade de realizar campanhas mais complexas tanto em dimensões territoriais como de relevo.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Em busca de uma formação crítica de qualidade, cabe aqui agradecer os fomentos recebidos da FAPERGS via bolsa de iniciação científica, processo (Programa de Bolsas de Iniciação à Pesquisa para Jovens Cientistas - PBIP-JC/UFPEl 2022/2023). E colaborações via empresas como a TSM Antenas e PocketVNA pela oferta de seus equipamentos ao projeto de pesquisa de *Estudos da conectividade no âmbito da IoT e 4.0's*.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ORTIZ, F.M.; CRUZ, P.; COUTO, R.S.; COSTA, L.H.M.K. Caracterização de uma Rede Sem-fio de Baixa Potência e Longo Alcance para Internet das Coisas. XXXVI **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, Campos do Jordão - SP, 2018.

SEBRAE. **Cidades Inteligentes: O Que São?**. Ago. 2017. Acessado em 22 de set. 2023, Online. Disponível em: <https://inovacaoosebreaeminas.com.br/cidades-inteligentes-o-que-sao/>

SEMTECH. AN1200.22 LoRa Modulation Basics. [S.l.], 2015.

FILHO, F.X.M.B. **Estudo de Caso: Instalação de Redes Wireless IEEE 802.11n no CMDI/IFAM**. 28 abr. 2014. Acessado em 19 set. 2023. Online. Disponível em: [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifimanaus1/pagina\\_3.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifimanaus1/pagina_3.asp)

SOARES, A.J.P.; NUNES, W.D.C.; PINHEIRO, A.P.; PIAU, D.B.; COELHO, J.C. Avaliação da Tecnologia LoRa como Solução de IoT para Redes Elétricas Inteligentes. **XXII Congresso Brasileiro de Automática**, João Pessoa - PB, 2018.