## **Atividade de Laboratório: Caracterização do canal sem fio**

**Objetivo:**

* Caracterizar experimentalmente o canal sem fio para tecnologias sem fio (Wi-Fi, LoRa e BLE) em dois ambientes distintos.

**Objetivos Específicos:**

* Estimar o expoente de perda do percurso (n) para cada tecnologia em cada ambiente.
* Observar e comparar o alcance prático e a robustez de cada tecnologia.
* Analisar o impacto com linha de visada (LoS) e sem linha de visada (NLoS).

**Materiais Necessários:**

1. **Módulos LoRa**: Você precisará de pelo menos dois módulos LoRa (transceptores) para realizar a comunicação.
2. **Antenas** **apropriadas** para a frequência de cada tecnologia.
3. **Placa de Desenvolvimento**: Para conectar os módulos LoRa e programar a comunicação.
4. **Bateria ou Fonte de Alimentação**: Para alimentar os dispositivos.
5. **Notebook** com software para programação dos ESP32 (Arduino IDE) e para análise de dados (Python, Excel).
6. **Analisador de espectro** RFExplorer.
7. **Trena** ou outro medidor de distância.
8. **Caderno de anotações** para mapear os ambientes e os pontos de medição.

**Ambientes de teste:**

1. **Ambiente 1 (Interno - LoS e NLoS):** Um corredor longo do prédio do IComp. Tentem obter medições com linha de visada direta e também com alguns obstáculos (ex: uma pessoa no caminho, uma porta semiaberta, uma curva no corredor).
2. **Ambiente 2 (Externo - LoS):** Uma área aberta no campus, como o estacionamento ou o Centro de Convivência, com o mínimo de obstáculos possível para garantir linha de visada em distâncias maiores.

**Passos da Atividade:**

1. **Configuração inicial**:
   * Conecte os módulos LoRa às placas de desenvolvimento.
   * Certifique-se de que os módulos estejam configurados para a mesma frequência e taxa de transmissão.
2. **Transmissão e recepção**:
   * Escolha um dispositivo como transmissor e outro como receptor.
   * No transmissor, crie um pequeno programa para enviar mensagens via LoRa.
   * No receptor, configure um programa para receber e exibir as mensagens recebidas.
3. **Experimentação**:
   * **Transmissor (Tx):** Programar um ESP32 para enviar pacotes continuamente em intervalos de tempo previamente configurado, com um *payload* conhecido. Para Wi-Fi e BLE, utilizem configurações padrão. Para LoRa, fixem parâmetros como Spreading Factor (SF), Bandwidth (BW) e Coding Rate (CR) para o experimento (ex: SF7, BW 125kHz, CR 4/5). Anotem todos os parâmetros!
   * **Receptor (Rx):** Programar o outro ESP32 para receber os pacotes, calcular o RSSI de cada pacote recebido e a taxa de entrega de pacotes (PDR = pacotes recebidos / pacotes enviados) e o SNR.
   * **Calibração (Simplificada)**: Meçam a potência de transmissão (Tx Power) se tiverem como (ou usem o valor nominal). Utilizar antenas com ganhos conhecidos.
   * Em cada ambiente, escolham uma posição fixa para o Tx.
   * Selecionar uma distância de referência. Justificar essa escolha.
   * Manter a altura das antenas do Tx e Rx constante.
   * Com o Rx, afastar-se do Tx em incrementos de distância conhecidos (ex: a cada 1, 2, 5, 10, 20 metros, dependendo da tecnologia e do ambiente).
   * Para cada distância:
     + Realizar medições do RSSI e do PDR (Packet Delivery Ratio), a taxa de pacotes perdidos ou entregues com sucesso.
     + Se no ambiente interno, tentar também algumas posições NLoS na mesma distância e anotar a natureza do obstáculo.
     + Enviar um número fixo de pacotes (ex: 100 pacotes) e registrar o RSSI médio e o PDR médio.
     + Usar o analisador de espectro (ou a função de scan do ESP32) para ter uma ideia das possíveis interferências na banda de operação em alguns pontos chaves.
   * Calcular o coeficiente o expoente de perda de caminho ‘n’ das 3 tecnologias para cada ambiente. Descrever os passos, mostrar os gráficos e o código em Python documentado.
4. **Discussão e Reflexão:**

* Comparar os valores de 'n' obtidos para Wi-Fi, LoRa e BLE nos diferentes ambientes (interno LoS, interno NLoS, externo LoS).
* Discutir como 'n' varia com a frequência da tecnologia e com as características do ambiente. (Tipicamente, n≈2 em espaço livre, >2 em ambientes com obstruções).
* Analisar os gráficos de PDR vs. distância. Qual tecnologia teve maior alcance para um PDR aceitável (ex: >90%)?
* Discutir o impacto de LoS vs. NLoS.