

Projeto IoT

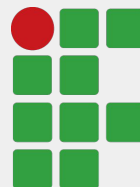
Campanha de medição LoRaWan com gateway do campus IFSC-SJ

Curso: Engenharia de Telecomunicações

Disciplina: CSF029008 - Comunicações Sem Fio

Professor: Mário De Noronha Neto

Alunos: Andrey Adriano da Rosa, Fausto Cristiano, Jessica Gomes Carrico, Leonardo Ludvig Silva e Lucas Coelho Raupp



INSTITUTO FEDERAL

Santa Catarina
Câmpus São José

Introdução

Objetivo do Projeto:

Coletar dados na área central de São José, SC, usando o dispositivo IoT DevKit - LoRaWAN.

Metodologia:

- Utilização do IoT DevKit - LoRaWAN.
- Coleta de dados para cálculo do expoente de perda.
- Determinação do alcance efetivo do gateway a uma altura de 18 metros.

Resultados Esperados:

- Expoente de perda na área central de São José.
- Alcance efetivo do gateway instalado no topo da caixa d'água do IFSC-SJ.



Introdução

Importância:

- Melhor compreensão da cobertura e desempenho da rede LoRaWAN.
- Aplicação de dados para otimizar a infraestrutura de comunicação no local.

Localização do Gateway:

- Topo da caixa d'água do IFSC-SJ, a 18 metros de altura.



Fundamentação teórica

Modelo de Perda de Caminho Log-Distância:

$$\overline{PL}(dB) = \overline{PL}(d_0) + 10n \log \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

Onde:

- $\overline{PL}(dB)$ é a perda de caminho estimado em dB
- $\overline{PL}(d_0)$ é a perda de caminho na distância de referência em dB
- n é expoente de perda de caminho que indica a velocidade com a qual essa perda aumenta com relação à distância e depende do ambiente de propagação específico.
- d_0 é a distância de referência próxima determinada pelas medições perto do transmissor.
- d é a distância de separação $T_x - R_x$
- As barras na equação indicam a média conjunta de todos os valores possíveis de perda de caminho para determinado valor de d .

Fundamentação teórica

Modelo de Friis:

$$P_r(d) = \frac{P_t * G_t * G_r * \lambda^2}{(4\pi)^2 * d^2 * L}$$

Onde:

- $P_r(d)$ é a potência recebida em W , a uma determinada distância d em m .
- P_t é a potência transmitida em W .
- G_t é o ganho da antena transmissora em W .
- G_r é o ganho da antena receptora em W .
- λ é o comprimento da onda em m .
- d é a distância em m .
- L é a soma das perdas nas linhas do T_x e R_x em W .

Fundamentação teórica

Cálculo do expoente de perda (n):

$$J(n) = \sum_{i=1}^k (P_i - E_i)^2$$

$$E_i = P_0 - 10 * n * \log_{10}(\frac{d_i}{d_0})$$

Para medições...

Coordenadas dos pontos *outdoor*:

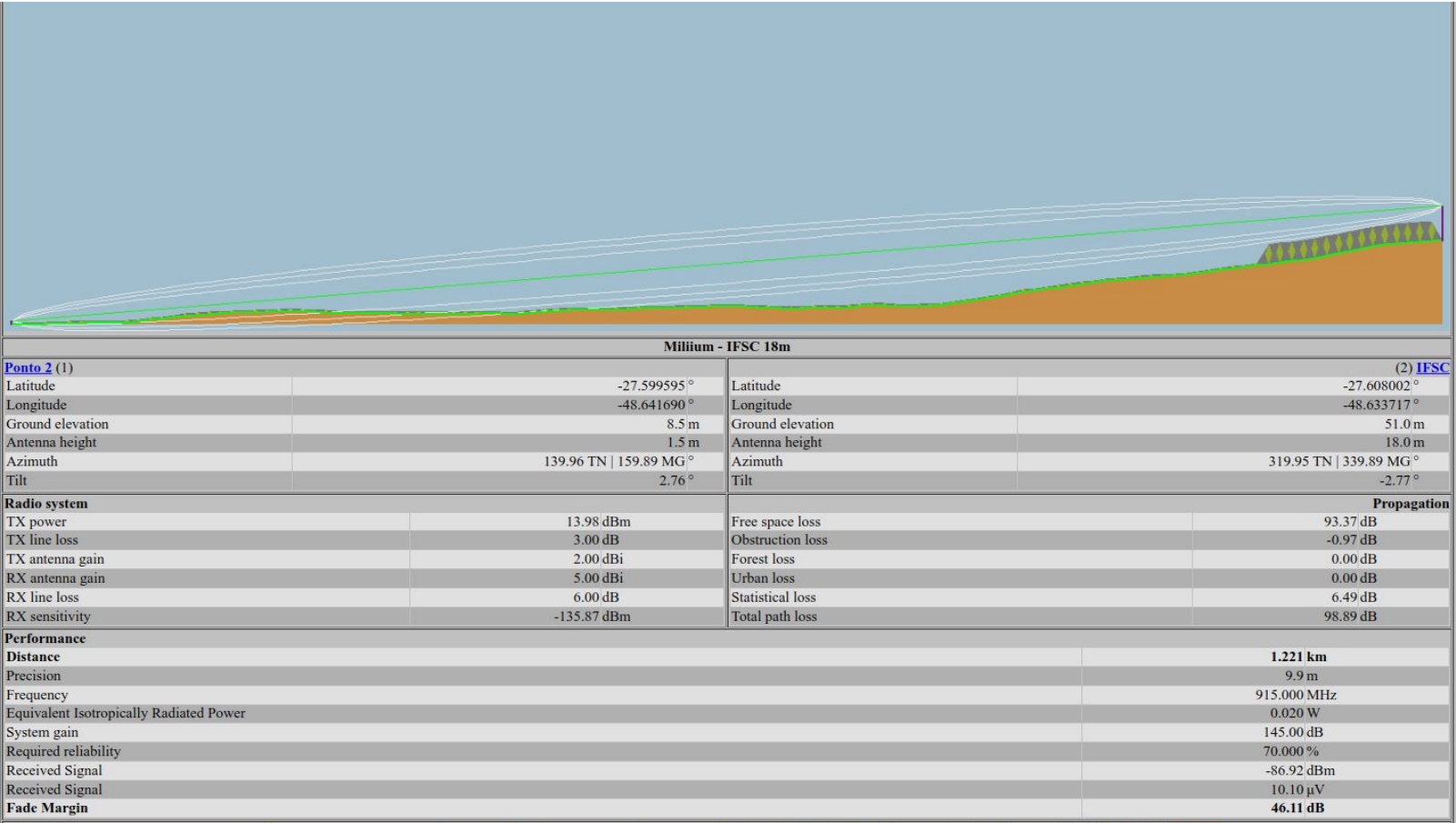
Local	Distância (m)	Latitude	Longitude
Milium	1221	-27.6075539	-48.6390241
Florifarma	2779	-27.6077626	-48.6616950
Bradesco	1786	-27.5957679	-48.6438065
Imobiliária Ideal	461	-27.6042976	-48.6357047
Anhanguera	884	-27.6089226	-48.6418569

Simulação no *Radio Mobile*

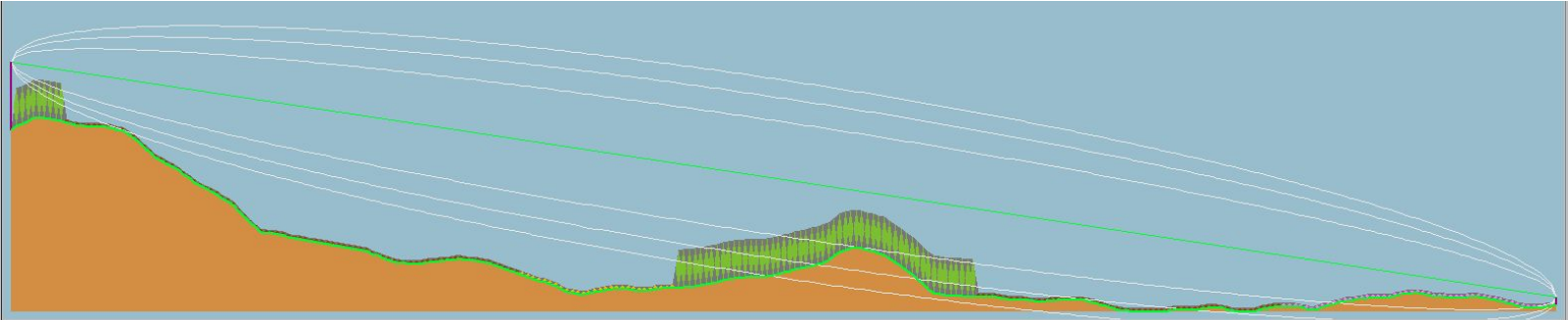
Parâmetros

Frequency (MHz)	<input type="text" value="915"/>	
Tx power (Watts)	<input type="text" value="0.025"/>	13.98 dBm
Tx line loss (dB)	<input type="text" value="3"/>	
Tx antenna gain (dBi)	<input type="text" value="2"/>	
Rx antenna gain (dBi)	<input type="text" value="5"/>	
Rx line loss (dB)	<input type="text" value="6"/>	
Rx threshold (µV)	<input type="text" value="0.0360"/>	-135.87 dBm
Required reliability (%)	<input type="text" value="70"/>	
Use land cover	<input checked="" type="checkbox"/>	
Use two rays	<input checked="" type="checkbox"/>	

Milium

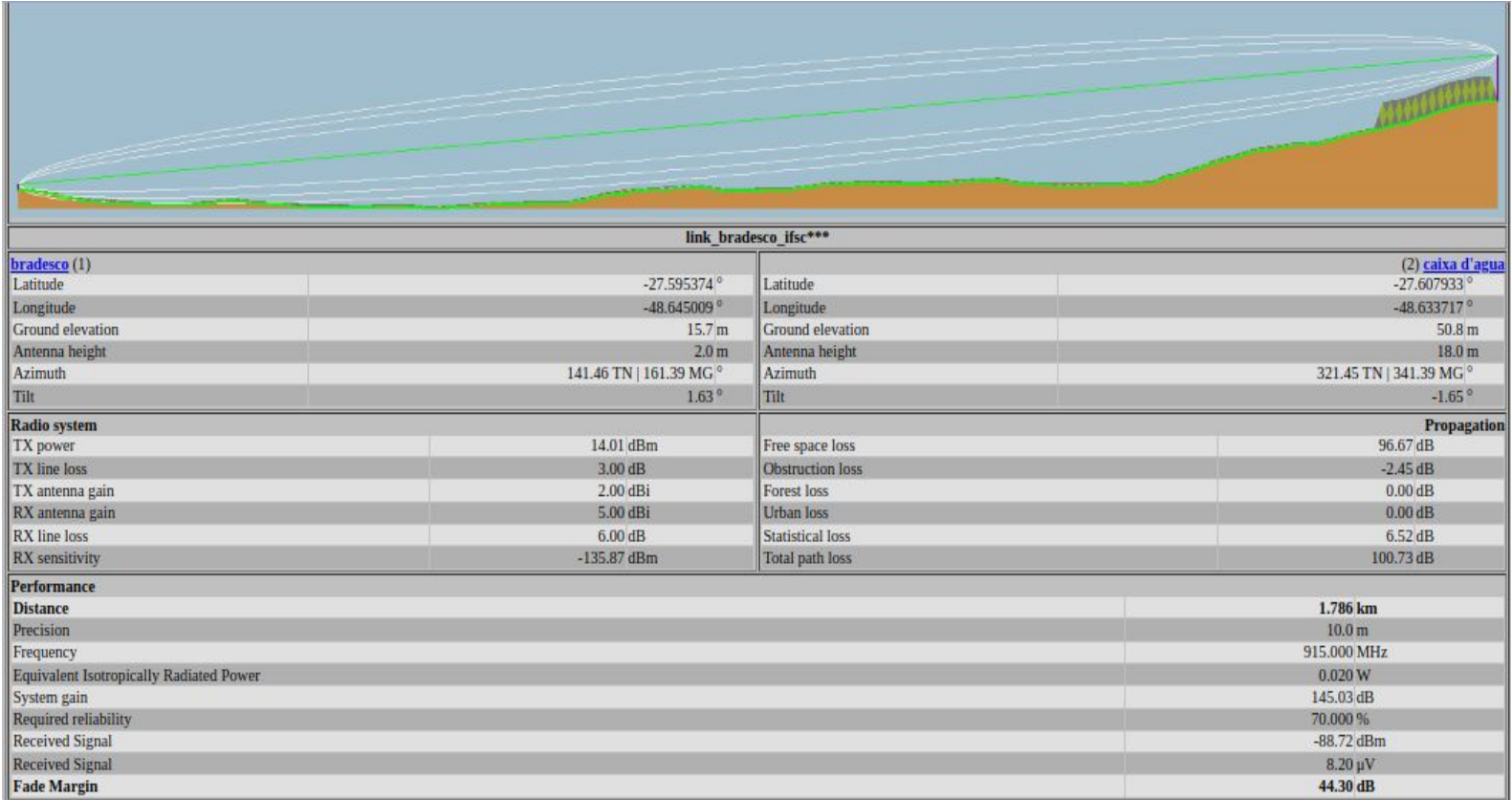


Florifarma

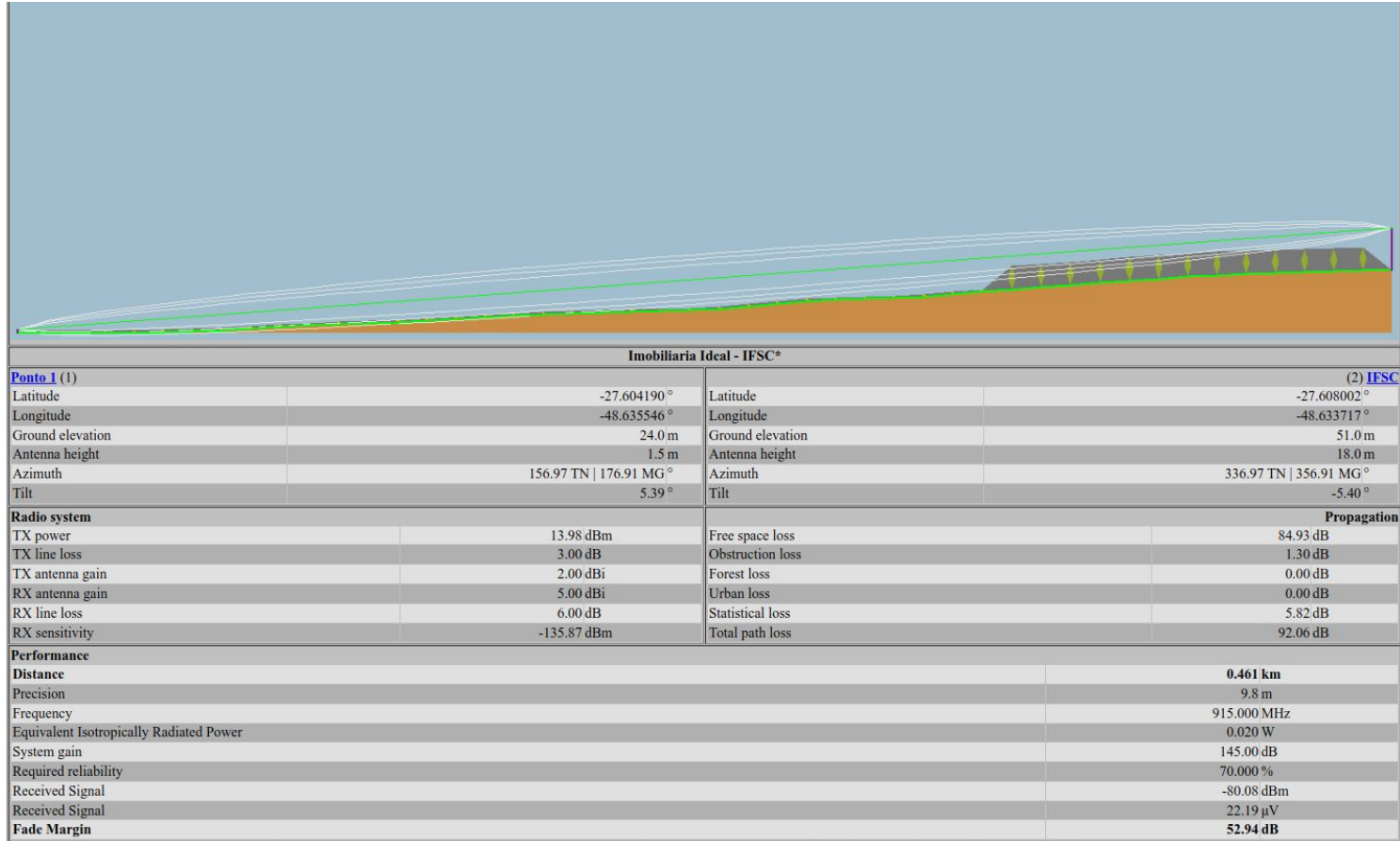


IFSC-Florifarma-correto					
Caixa D'agua IFSC (1)			(2) Florifarma		
Latitude	-27.608081 °		Latitude	-27.607513 °	
Longitude	-48.633758 °		Longitude	-48.661954 °	
Ground elevation	51.0 m		Ground elevation	5.1 m	
Antenna height	18.0 m		Antenna height	2.0 m	
Azimuth	271.30 TN 291.23 MG °		Azimuth	91.31 TN 111.23 MG °	
Tilt	-1.29 °		Tilt	1.26 °	
Radio system			Propagation		
TX power	14.00 dBm		Free space loss	100.51 dB	
TX line loss	3.00 dB		Obstruction loss	2.66 dB	
TX antenna gain	2.00 dBi		Forest loss	0.00 dB	
RX antenna gain	5.00 dBi		Urban loss	0.00 dB	
RX line loss	6.00 dB		Statistical loss	6.54 dB	
RX sensitivity	-135.87 dBm		Total path loss	109.71 dB	
Performance					
Distance				2.779 km	
Precision				10.0 m	
Frequency				915.000 MHz	
Equivalent Isotropically Radiated Power				0.020 W	
System gain				145.02 dB	
Required reliability				70.000 %	
Received Signal				-97.71 dBm	
Received Signal				2.91 µV	
Fade Margin				35.31 dB	

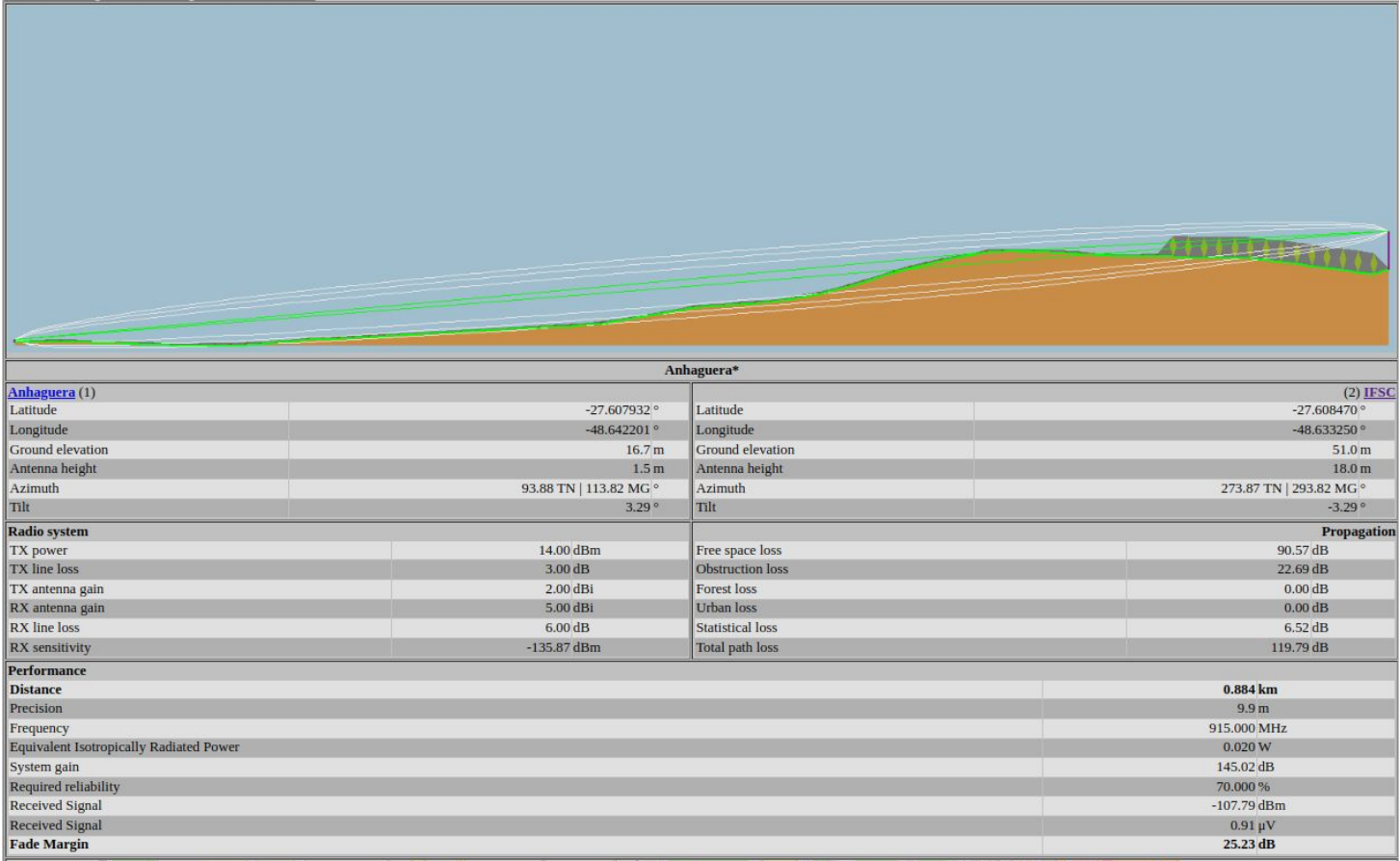
Bradesco



Imobiliária Ideal

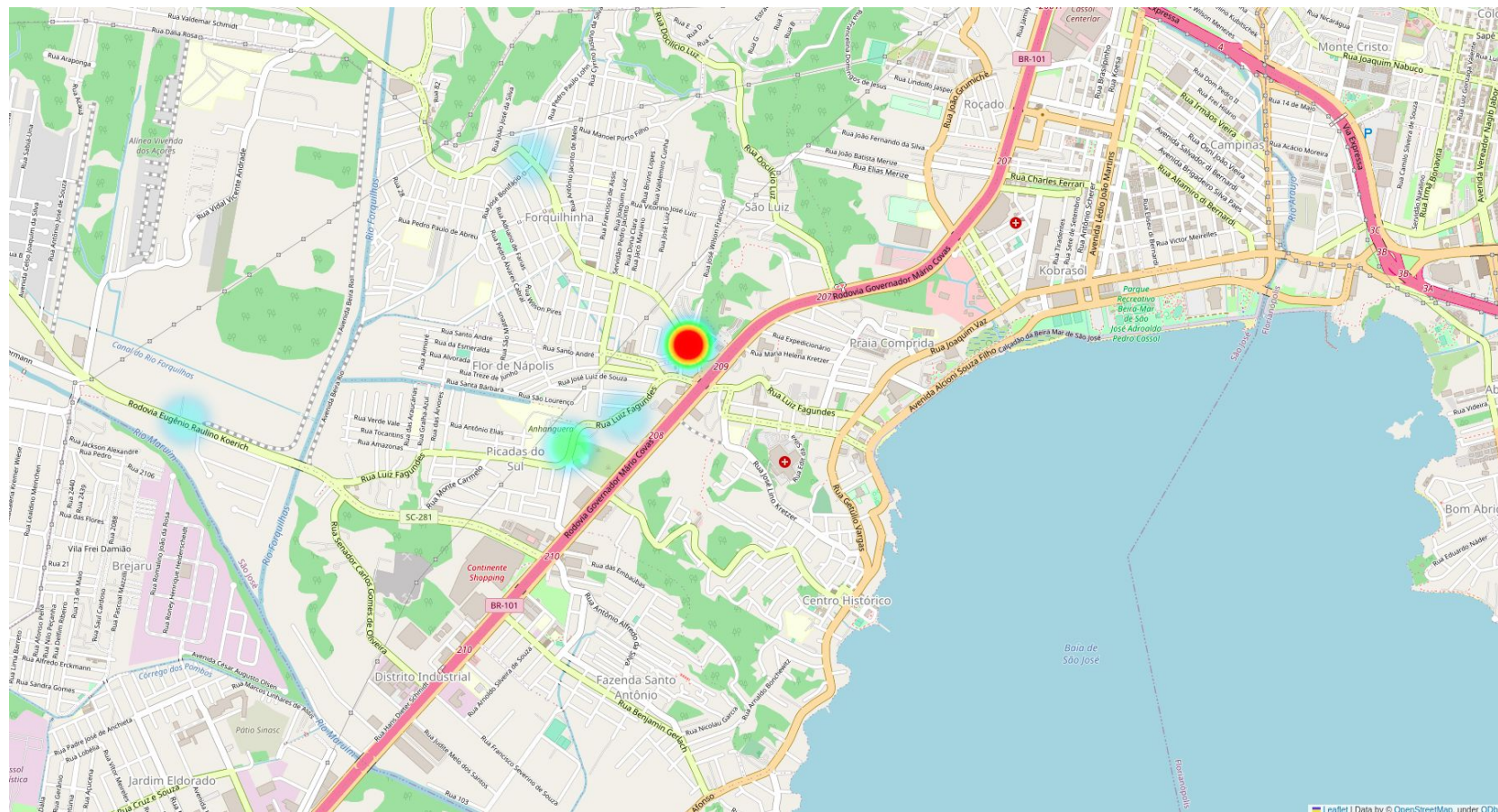


Anhanguera



Medidos em campo

Mapa de Calor



Comparação

Comparação entre dados simulados e medidos

Local	RSSI simulada (dBm)	PL simulada (dB)	RSSI medido (dBm)	PL medido (dB)
Milium	-86.92	98.89	-109.045455	122.935455
Florifarma	-97.71	109.71	-101.090909	114.980909
Bradesco	-88.72	100.73	-107.000000	120.890000
Imobiliária Ideal	-80.08	92.06	-85.6562500	99.5462500
Anhanguera	-107.79	119.79	-96.6086960	110.498696

Cálculos

Potência recebida no ponto de referência:

$$P_r(235) = \frac{0,025 * 1,584 * 3,162 * 0,32^2}{157,91 * 55.225 * 7,943} \Rightarrow \frac{0,134}{69,267 * 10^6}$$

$$P_r(235) = 1,934 * 10^{-10} W \Rightarrow -67,134 dBm$$

Expoente de perda (n)

```
clear all; close all; clc;

syms n

% Potências calculadas no RadioMobile

A = [235 -67.134    % Ponto de referência
     461 -80.08     % imobiliaria ideal
     1204 -86.92    % Millium
     1786 -88.72    % Bradesco
     2779 -97.71];  % Florifarma

% Potência medida

B = [235 -67.12     % Ponto de referência
     461 -84        % Imobiliária Ideal
     926 -91        % Anhanguera
     1786 -104.5];  % Bradesco

J = 0;
for i = 1:5
    Ei(i) = A(1,2) - 10*n*log10(A(i,1)/A(1,1));
    J = J + (A(i,2)-Ei(i))^2;
end

J2 = diff(J);
N = double(solve(J2,n))

J = 0;
for i = 1:4
    Ei(i) = B(1,2) - 10*n*log10(B(i,1)/B(1,1));
    J = J + (B(i,2)-Ei(i))^2;
end

J2 = diff(J);
N = double(solve(J2,n))
```

Resultados:

	Simulado	Medido
n	2.7682	4.2829

Conclusão

- Incorporar variáveis práticas na modelagem de redes LoRaWAN.
- Diferenças significativas entre os resultados obtidos no Radio-Mobile e aqueles observados em campo



Projeto IoT

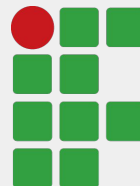
Campanha de medição LoRaWan com gateway do campus IFSC-SJ

Curso: Engenharia de Telecomunicações

Disciplina: CSF029008 - Comunicações Sem Fio

Professor: Mário De Noronha Neto

Alunos: Andrey Adriano da Rosa, Fausto Cristiano, Jessica Gomes Carrico, Leonardo Ludvig Silva e Lucas Coelho Raupp



INSTITUTO FEDERAL

Santa Catarina
Câmpus São José