

**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Santa Catarina

---

Câmpus  
São José

## **Projeto 1 - Link PTP com RadioMobile**

Sistemas de Telecomunicações

**Arthur Cadore Matuella Barcella**

10 de Abril de 2025

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

# **Sumário**

<b>1. Introdução:</b> .....	<b>3</b>
1.1. Requisitos do projeto: .....	3
1.2. Especificação do PTP: .....	3
<b>2. Desenvolvimento:</b> .....	<b>3</b>
2.1. Definição das coordenadas dos POPs .....	3
2.2. Analisando visada direta: .....	5
2.3. Definição de repetição: .....	5
2.4. Definição de repetição: .....	6
2.4.1. PTP Torre Claro - POP Palhoça: .....	7
2.4.2. PTP Torre Claro - POP Actual: .....	8
2.5. Cascateamento Resultante: .....	10
2.6. Especificação dos equipamentos: .....	11
2.6.1. Radio APC-5A Giga: .....	11
2.6.2. Antena 5Ghz: .....	12
2.7. Orçamento .....	13
2.7.1. Equipamentos .....	14
2.7.2. Mão de Obra .....	14
2.8. Alugel da Torre: .....	14
<b>3. Conclusão:</b> .....	<b>14</b>
<b>4. Referências:</b> .....	<b>14</b>

## 1. Introdução:

### 1.1. Requisitos do projeto:

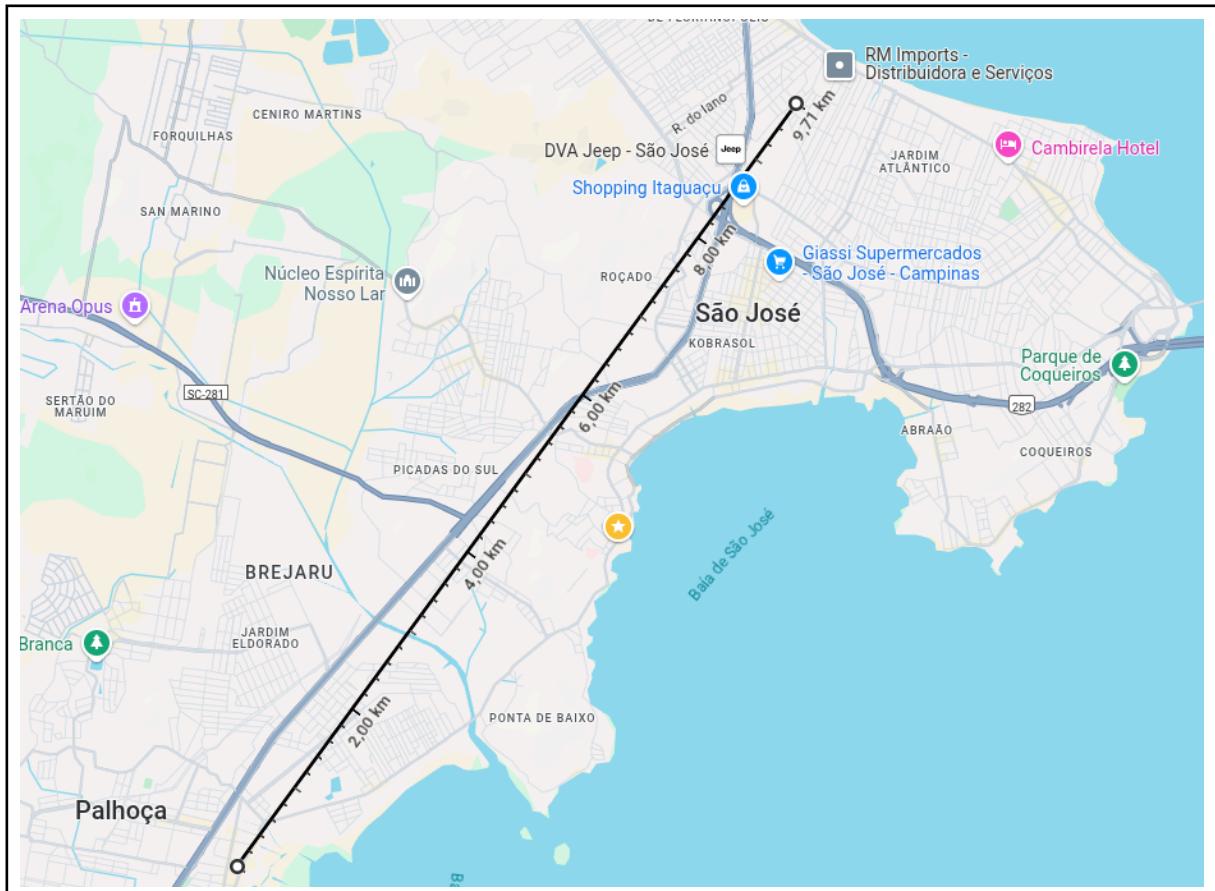
- Solução: PTP para estabelecer link redundante entre dois POPs (Ponto de Presença) de provedores para acesso a internet.
- Enlace PTP
- Distância: min 3km
- Taxa de Confiabilidade: < 85%

### 1.2. Especificação do PTP:

- Distância estabelecida: 9,71km

Na Figura 1 apresentada abaixo é possível observar a distância entre os dois POPs, que foram definidos como POP1 e POP2.

Figura 1: Elaborada pelo Autor



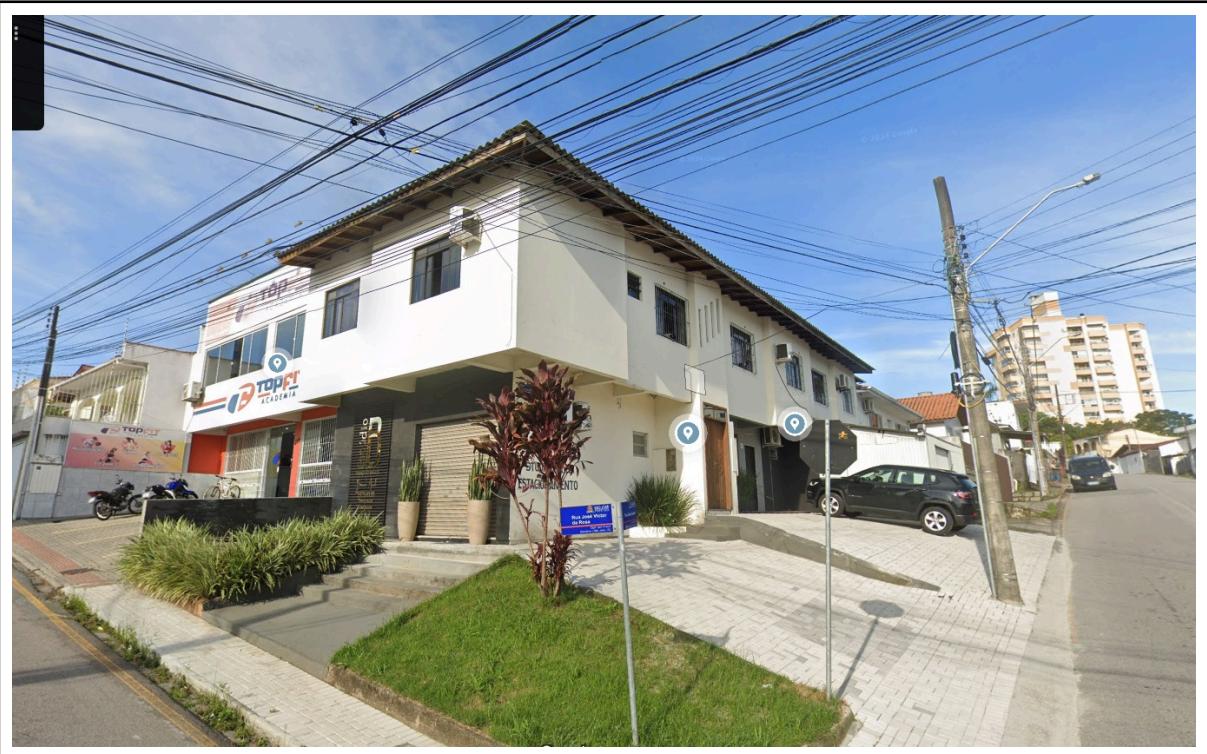
Distância entre POPs

## 2. Desenvolvimento:

### 2.1. Definição das coordenadas dos POPs

POP Actual:  $-27.575749467926816, -48.60869538318272$

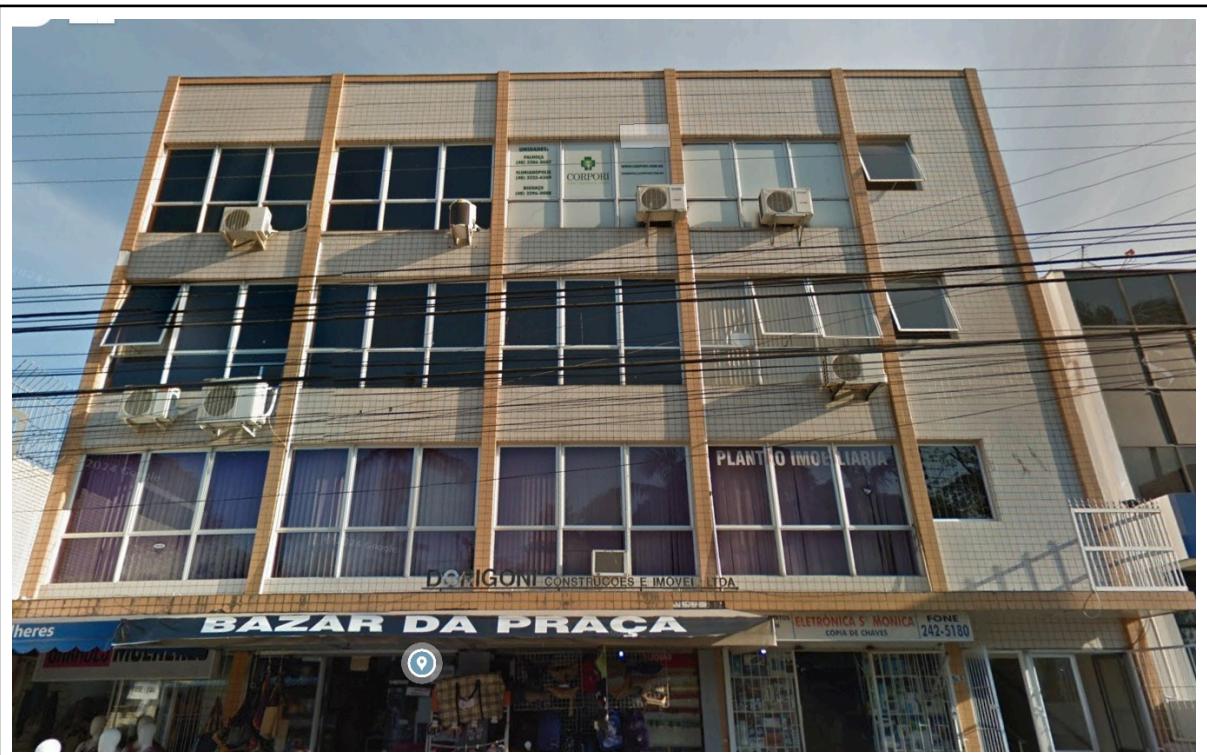
Figura 2: Elaborada pelo Autor



POP Actual

- POP Palhoça:  $-27.6461879263444, -48.66701470039055$

Figura 3: Elaborada pelo Autor



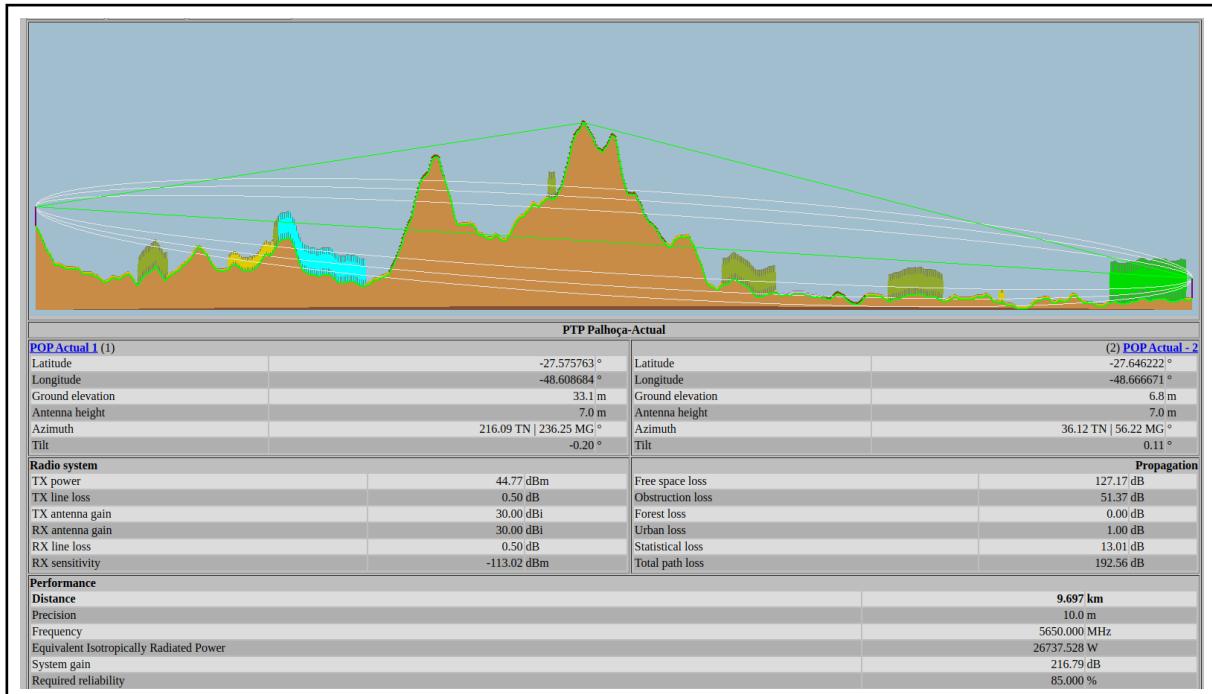
POP Palhoça

## 2.2. Analisando visada direta:

Realizando um PTP diretamente entre os POPs nota-se que não a visada devido ao desnível do terreno, portanto é necessário uma repetição do enlace.

Note que na Figura 4, é apresentado uma simulação entre os dois POPs diretamente, onde a zona de fresnel está totalmente obstruída, o que impossibilita a comunicação entre os dois pontos.

Figura 4: Elaborada pelo Autor

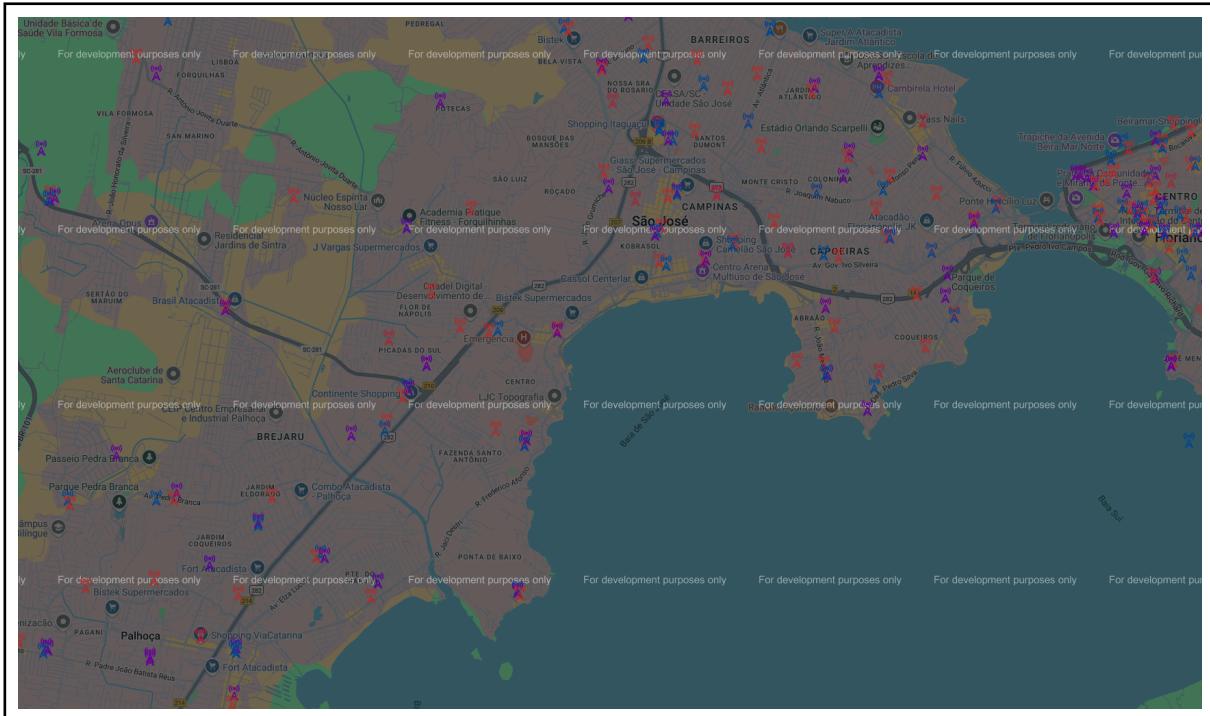


POP Palhoça

## 2.3. Definição de repetição:

Para que o enlace funcione, é necessário a repetição do sinal. Para isso, foi definido um ponto intermediário entre os dois POPs, onde atualmente já possuem torres de telecomunicações.

Figura 5: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

Verificando as torres disponíveis, foi definido a torre da operadora claro como ponto de repetição:

Figura 7: Elaborada pelo Autor



Torre claro vista do morro

Figura 8: Elaborada pelo Autor



Torre claro vista street view

#### 2.4. Definição de repetição:

Para que o enlace funcione, é necessário a repetição do sinal. Para isso, foi definido um ponto intermediário entre os dois POPs, onde atualmente já possuem torres de telecomunicações.

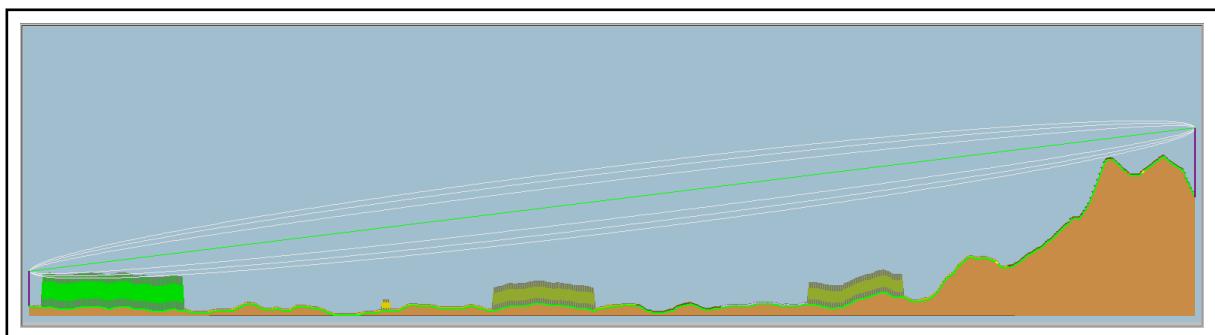
#### 2.4.1. PTP Torre Claro - POP Palhoça:

Tabela 1: Elaborada pelo Autor

Especificação	Valor
TX power	29.03 dBm
TX line loss	0.50 dB
TX antenna gain	35.00 dBi
RX antenna gain	35.00 dBi
RX line loss	0.50 dB
RX sensitivity	-65.42 dBm
Free space loss	121.84 dB
Obstruction loss	0.38 dB
Forest loss	0.00 dB
Urban loss	0.00 dB
Statistical loss	13.23 dB
Total path loss	135.45 dB

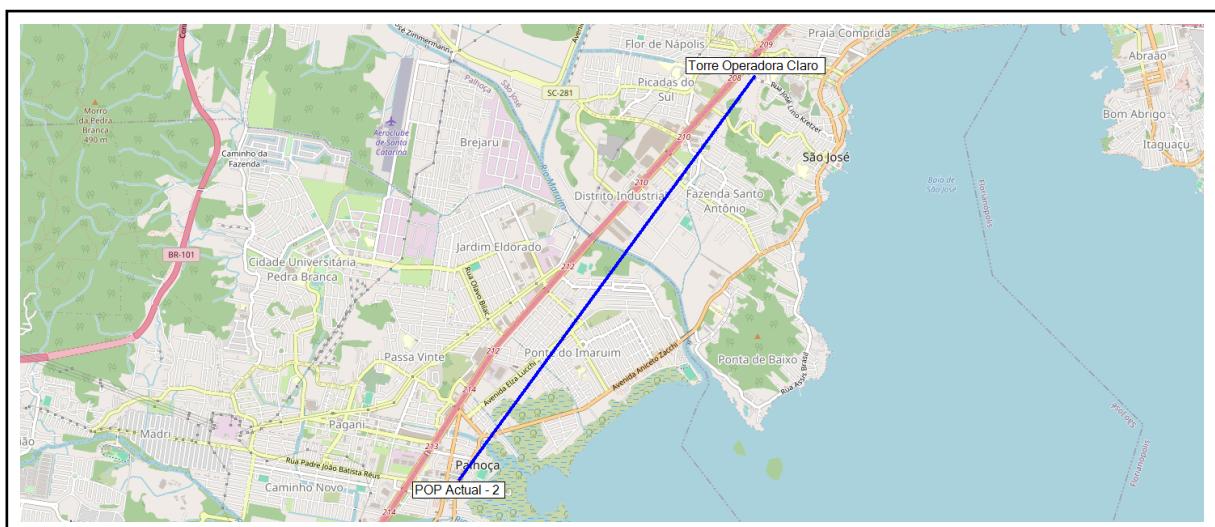
Tabela de resultados da implementação

Figura 9: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

Figura 10: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

Adquirindo a seguinte performance:

Tabela 2: Elaborada pelo Autor

Especificação	Valor
Distance	5.246 km
Precision	10.0 m
Frequency	5650.000 MHz
EIRP	2254.706 W
System gain	163.45 dB
Required reliability	85.000 %
Received Signal	-37.42 dBm
Received Signal	3014.28 µV
Fade Margin	28.00 dB

Tabela de resultados da implementação

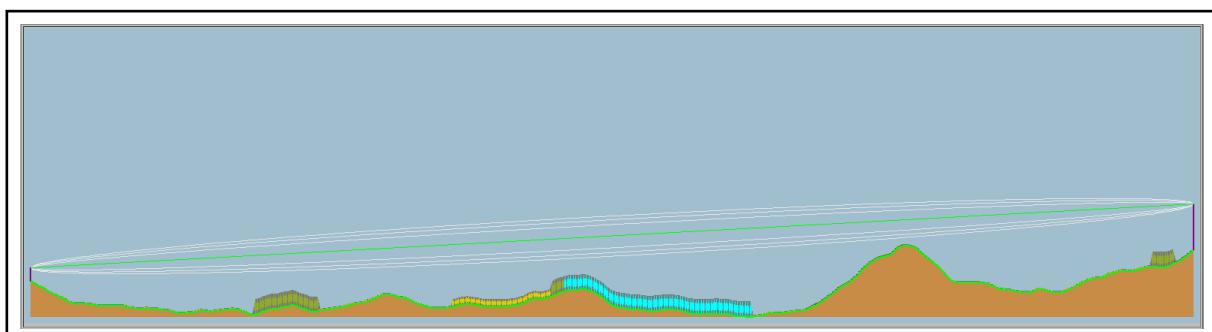
#### 2.4.2. PTP Torre Claro - POP Actual:

Tabela 3: Elaborada pelo Autor

Especificação	Valor
TX power	29.03 dBm
TX line loss	0.50 dB
TX antenna gain	35.00 dBi
RX antenna gain	35.00 dBi
RX line loss	0.50 dB
RX sensitivity	-113.02 dBm
Free space loss	120.41 dB
Obstruction loss	-0.35 dB
Forest loss	0.00 dB
Urban loss	0.00 dB
Statistical loss	13.25 dB
Total path loss	133.31 dB

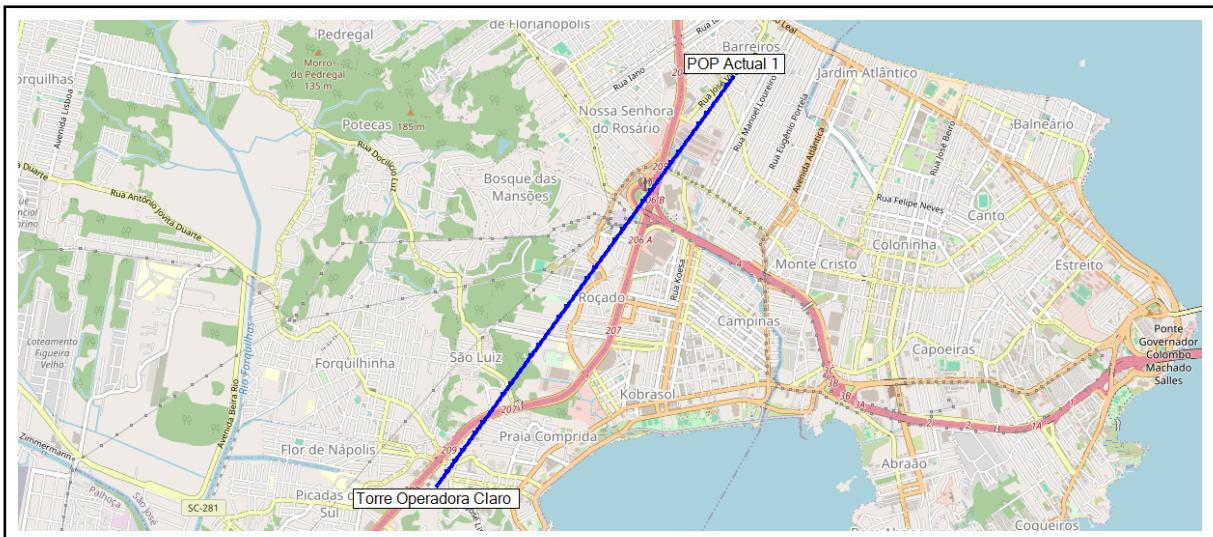
Tabela de resultados da implementação

Figura 11: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

Figura 12: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

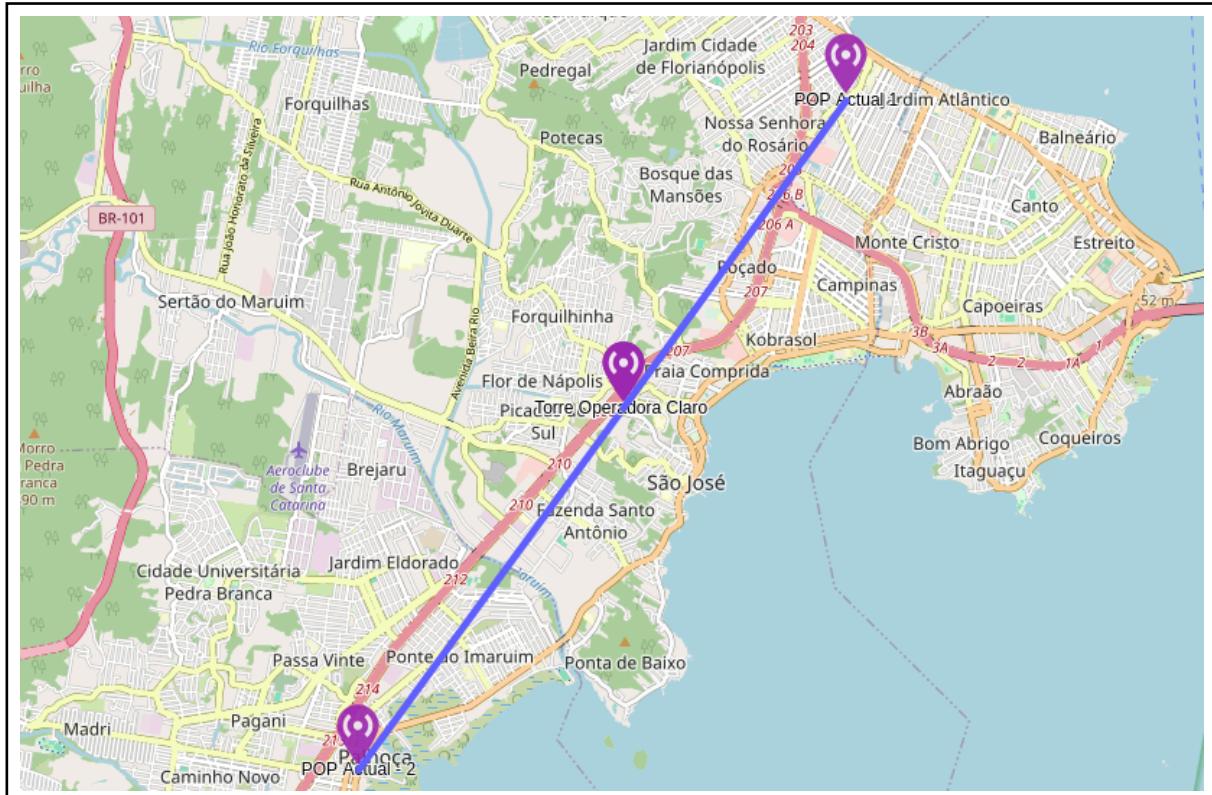
Tabela 4: Elaborada pelo Autor

Especificação	Valor
Distance	4.451 km
Precision	10.0 m
Frequency	5650.000 MHz
EIRP	2254.706 W
System gain	211.05 dB
Required reliability	85.000 %
Received Signal	-35.28 dBm
Received Signal	3853.78 µV
Fade Margin	77.74 dB

Tabela de resultados da implementação

## 2.5. Cascateamento Resultante:

Figura 13: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

## 2.6. Especificação dos equipamentos:

### 2.6.1. Radio APC-5A Giga:

Figura 14: Elaborada pelo Autor

**intelbras**

**APC 5A Giga**



**PTP/PTMP 2N 5 GHz Gigabit Ethernet MiMo 2x2**

» Suporte ao IPv6: roteamento IPv6; » Mais larguras de banda: 5, 10, 20 e 40 MHz;

» Mais potência: até 29 dBm ou 800 mW de potência de saída;

» Mais processamento: 80.000 pacotes por segundo;

» Mais proteção: isolação extra na porta Ethernet (LAN);

» Porta Gigabit: Suporte a velocidades acima de 100Mbps.

---

**2** anos  
GARANTIA

Qualcomm Wi-Fi Technology

**iPoll™**

PORTA GIGABIT  
ETHERNET

---

O APC 5A Giga é um novo roteador digital que permite uma grande flexibilidade de aplicações, pois possui 2 conectores tipo N para conexão de antena externa MiMo 2x2. O equipamento é a solução ideal para realização de enlaces de alta qualidade na frequência 5 GHz, aliando um hardware poderoso com uma variedade de funções avançadas em uma interface de configuração em português

Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

## 2.6.2. Antena 5Ghz:

Figura 15: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

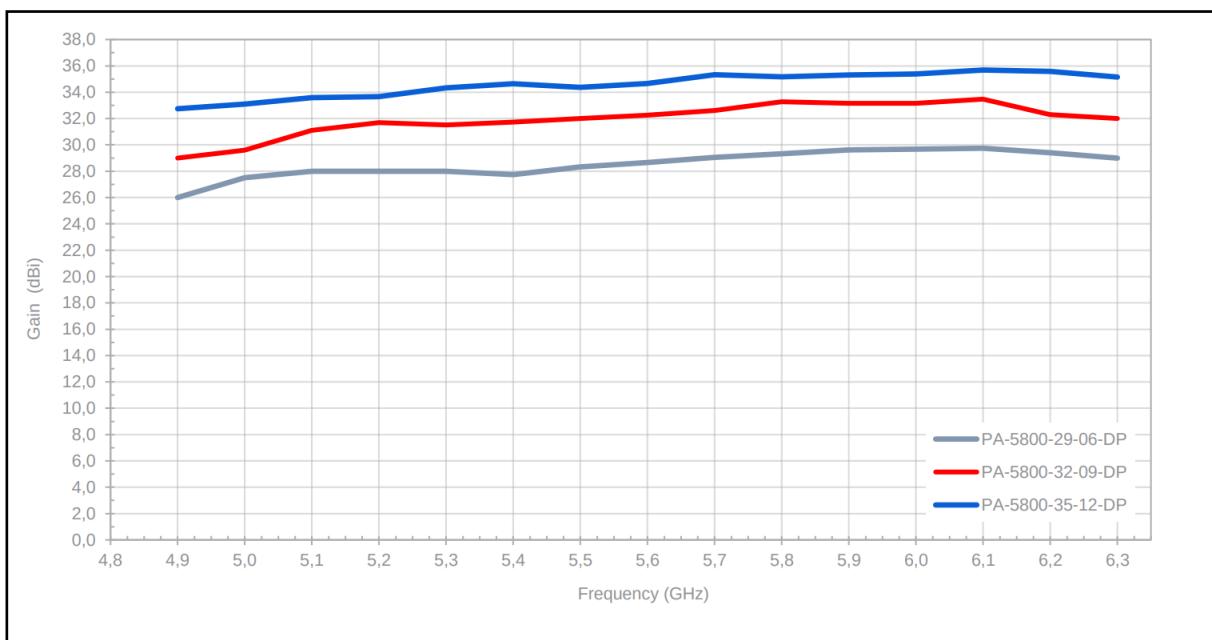
Figura 16: Elaborada pelo Autor

PA-5800-XX-XX-DP	29-06	32-09	35-12
<b>Frequência de operação</b> Frequency range/Rango de frecuencia		4.9 – 6.25 GHz*	
<b>Diâmetro</b> Diameter/Diámetro	0.6 m   2ft	0.9 m   3ft	1.2 m   4ft
<b>Ganho Banda Alta</b> Gain High Band/Ganancia banda alta	30.2 dBi	33.6 dBi	35.7 dBi
<b>Ganho Banda Média</b> Gain Mid band/Ganancia Banda media	29.2 dBi	32.6 dBi	34.6 dBi
<b>Ganho Banda Baixa</b> Gain Low band/Ganancia Banda baja	28.6 dBi	31.5 dBi	33.5 dBi
<b>Ângulo de meia potência</b> Beamwidth/Ángulo de media potencia	8.8°	3.6°	3.1°
<b>Relação frente-costas (165° - 180°)</b> Front-to-back ratio/Relación frente-dorso	>40 dB	>54 dB	>57 dB
<b>VSWR</b>	4.9 – 5.25 < 2.0:1 5.25 – 5.875 < 1.6:1 5.875 – 6.25 < 1.8:1		
<b>Polarização</b> Polarization/Polarización	Double (V and H) Doble (V y H)		
<b>Conexão</b> Antenna input/Conexión	N female or SMA Female reverse N Hembra o SMA Hembra reverso		

\* Homologação ANATEL-BR N° 00842 - 13 - 05639:  
 Uso deve respeitar regulações da região de operação  
 Applications must comply with regulations imposed by country of operation  
 Aplicaciones deben cumplir con las regulaciones impuestas por el país de operación

Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

Figura 17: Elaborada pelo Autor



Mapa de torres de telecomunicações - Fonte[1]

## 2.7. Orçamento

O curso total orçado para a implementação do enlace PTP entre os dois POPs, considerando a repetição do sinal na torre da clara é de R\$ 17.115,04 + R\$ 1000,00 (aluguel da torre)

Portanto, no primeiro mês, após a instalação, o custo será: R\$ 18.115,04

E nos meses seguintes , o custo será de R\$ 1.000,00 (aluguel da torre)

#### **2.7.1. Equipamentos**

- Antena: 3.506,76
- Radio: 400,00

Como são utilizados 2 PTPs, o custo total de equipamento é de:

- Antena:  $3.506,76 \cdot 4 = 14.027,04$
- Radio:  $400,00 \cdot 4 = 1.600,00$
- Total: 15.627,04

#### **2.7.2. Mão de Obra**

- Considerando cada técnico com uma diária de R\$248,00 (R\$ 5463 / mês)
- Equipe de 2 técnicos para instalação:  $248 \cdot 2 = 496,00$  / dia
- Considerando 3 dias de instalação e testes (um dia para cada localização):  $3 \cdot 496,00 = 1488,00$
- Total: 1488,00

#### **2.8. Alugel da Torre:**

- Considerando o aluguel da torre da claro, o custo mensal é de R\$ 1.000,00
- Considerando o aluguel por 12 meses, o custo total é de R\$ 12.000,00
- Total: 12.000,00

### **3. Conclusão:**

### **4. Referências:**

[1] - Mapa de torres Santa Catarina