



Predição de enlace utilizando o Linkplanner e Radio Mobile

ANT029006 – ANTENAS E PROPAGAÇÃO

Faber Bernardo Jr e Luiza Kuze
Instituto Federal de Santa Catarina

2024.2



Descrição do Enlace

O objetivo proposto consiste em realizar uma predição de enlace ponto-a-ponto entre os seguintes locais:

- 1. Morro da Bela Vista do Ghizoni (chamada de Morro do Ghizoni)
- 2. Morro da Cruz

Utilizando da frequência base de $f = 5.4Ghz$. Altura máxima da antena 30 metros e potência máxima de transmissão 18 dBm. Cada antena foi posicionada considerando um ganho de 23dBi.

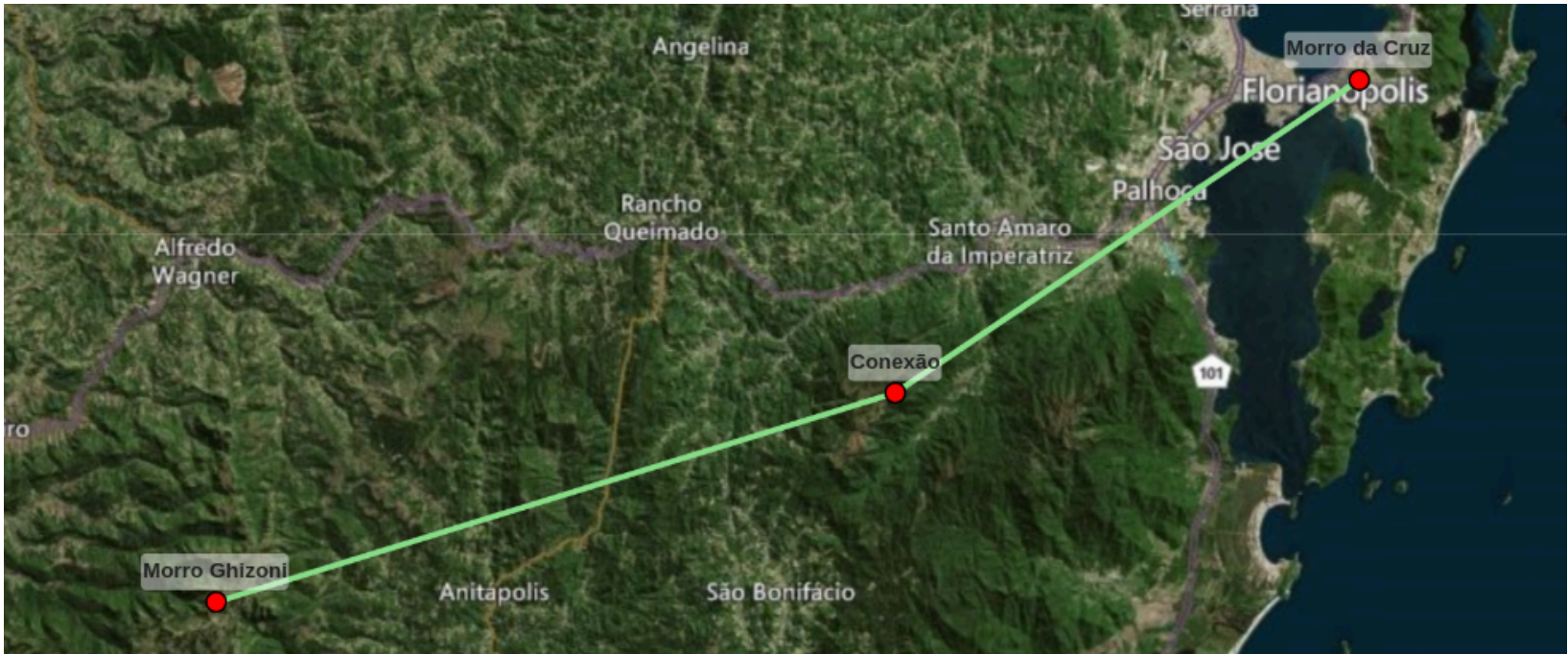
O enlace foi realizado em um formato de cascata, tendo um terceiro ponto de referência entre os pontos propostos. Abaixo temos os dados de Latitude, Longitude e elevação de cada antena para devidos fins de consulta.

Descrição	Morro da Cruz	Morro do Ghizoni	Conexao
Latitude	-27.59012	-27,90832	-27,78024
Longitude	-48,53262	-49,32000	-48,85266
Elevação (m)	265,60	1819,30	1226,10



Predição do Link Planner

Considerando uma distância em linha reta do Morro do Ghizoni até o Morro da Cruz maior que 50km, a predição do Link Planner não seria possível usando rádios reais. Portanto, foi optado por fazer um cascadeamento entre um ponto denominado de Conexão e os pontos finais.





Predição do Link Planner

Abaixo temos a predição do link entre a conexão e o Morro da Cruz, tendo um total de $\approx 37.95km$.

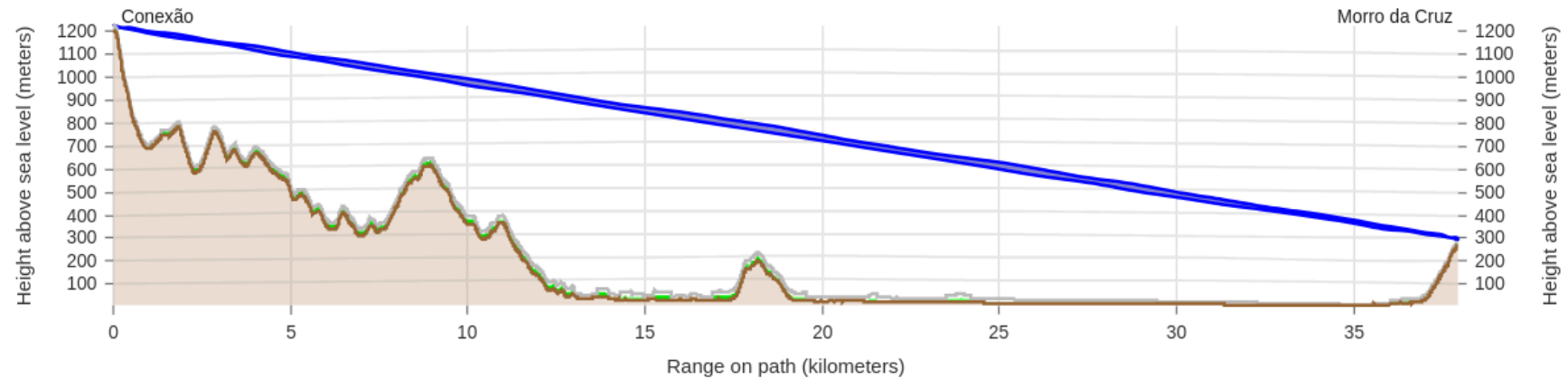


Figura 2: Predição do link entre a conexão e o Morro da Cruz.



Predição do Link Planner

Abaixo temos a predição do link entre a Conexão e o Morro do Ghizoni, tendo um total de $\approx 48.17km$.

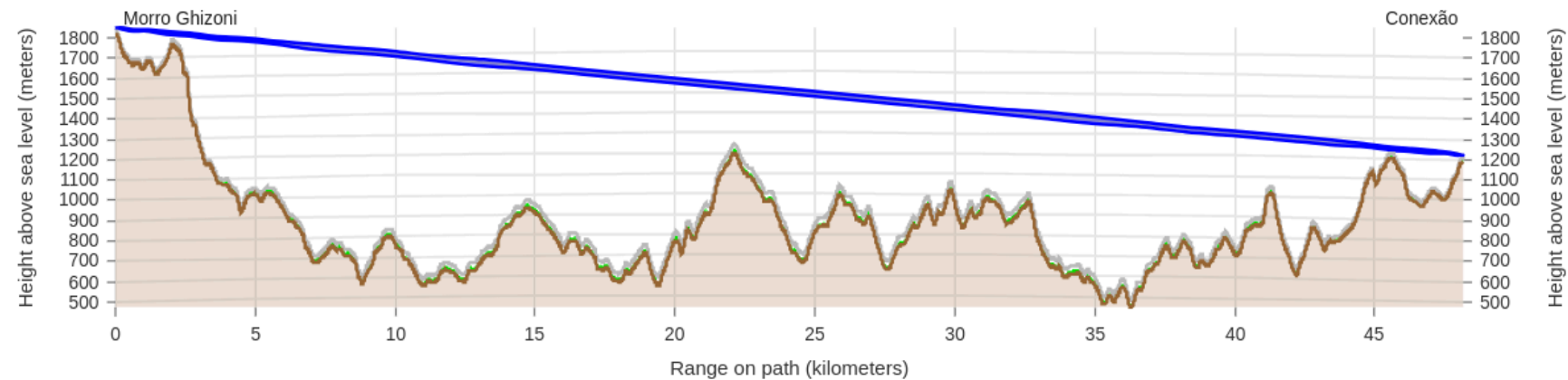


Figura 3: Predição do link entre a conexão e o Morro da Cruz.



Predição do Radio Mobile

Devido ao fato da predição do enlace do Link Planner não ser possível em linha reta, optamos por simular o mesmo enlace no Radio Mobile.

Ao lado, temos o mapa com relevo dos 3 pontos principais:

- 1. Morro do Ghizoni.
- 2. Ponto Conexão.
- 3. Morro da Cruz.

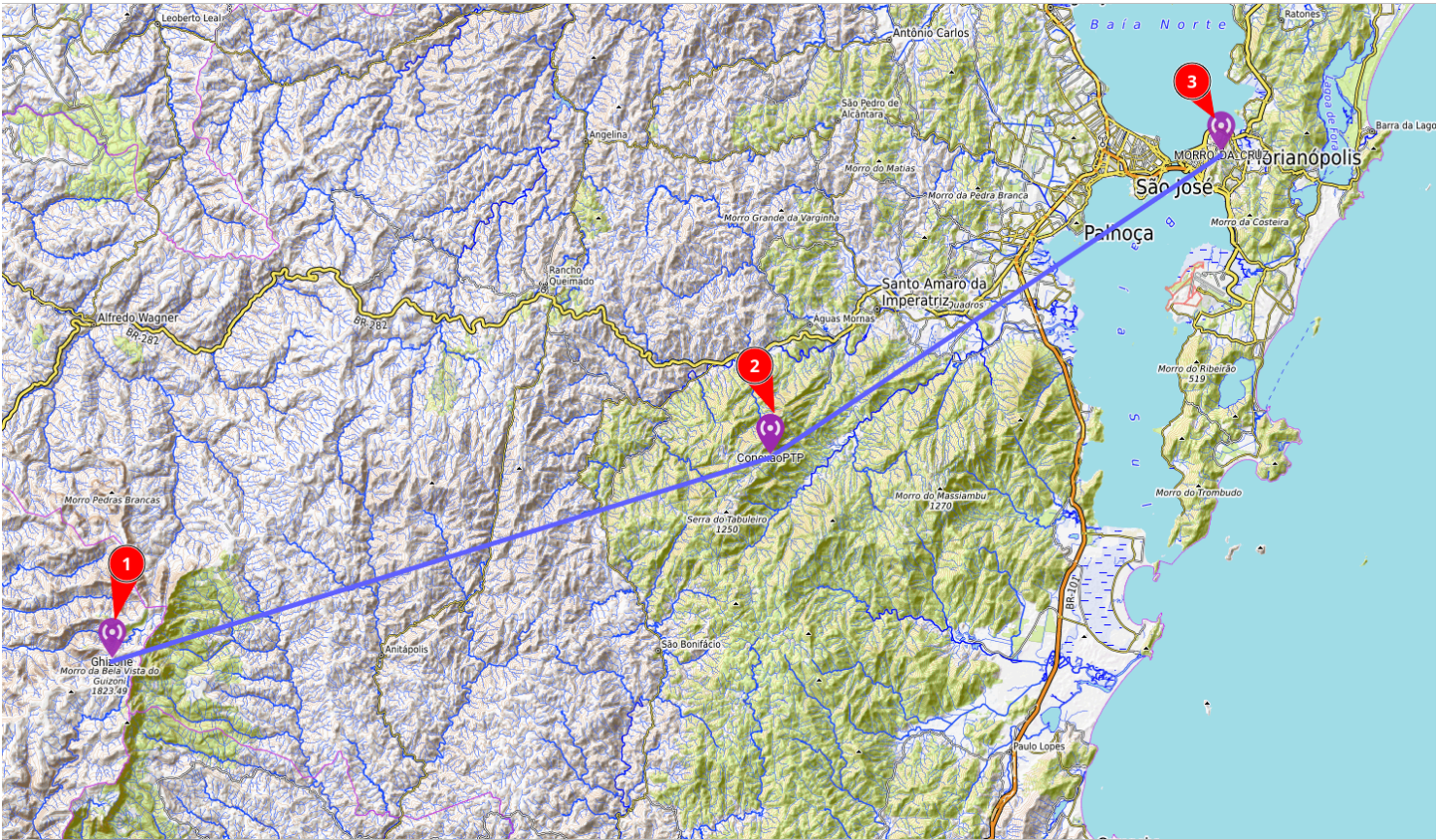


Figura 4: Mapa com relevo da predição do enlace entre os pontos.



Predição do Radio Mobile

Abaixo temos a predição do link entre o Morro da Cruz e a Conexão, tendo um total de $\approx 37.94km$.

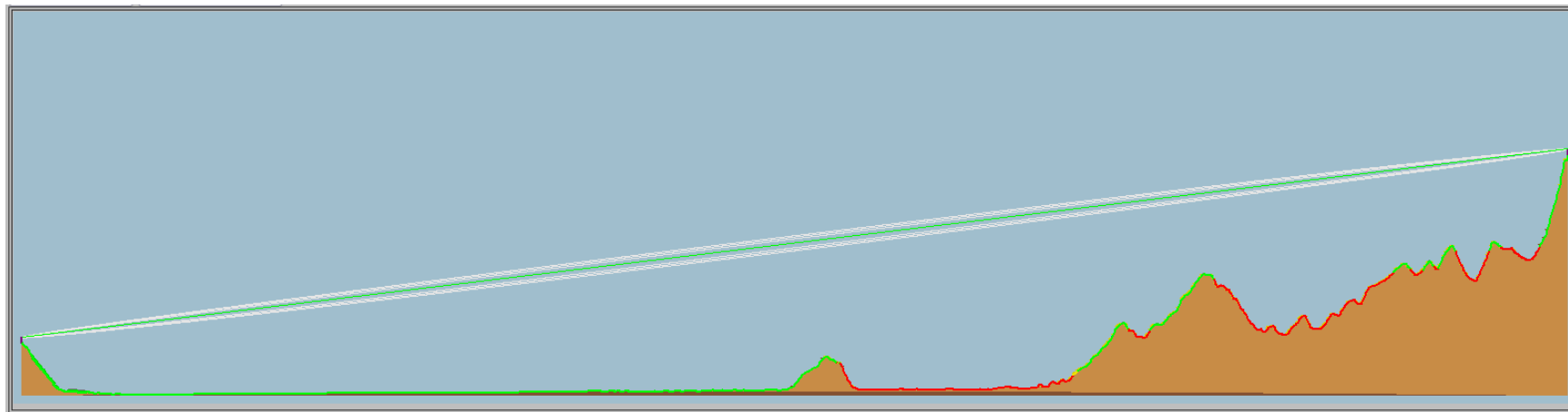


Figura 5: Predição do link entre o Morro da Cruz e a Conexão.



Predição do Radio Mobile

Abaixo temos a predição do link entre o Morro do Ghizoni e a Conexão, tendo um total de $\approx 48.11km$.



Figura 6: Predição do link entre o Morro do Ghizoni e a Conexão.



Perfil do enlace Link Planner

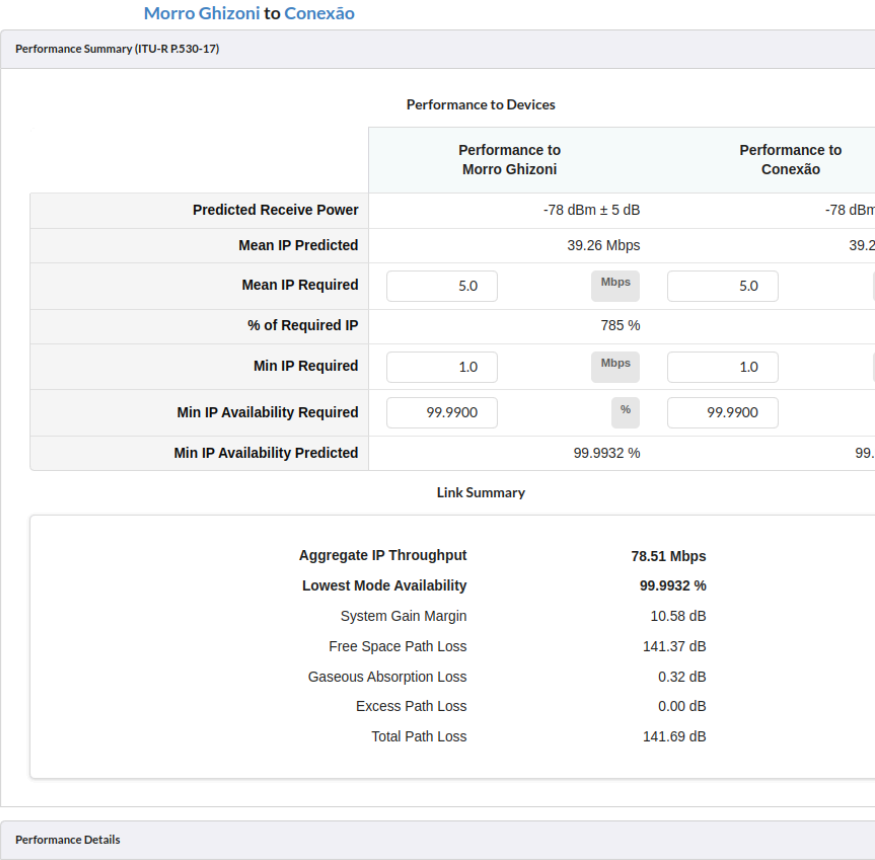


Figura 7: Dados referente ao Morro do Ghizoni e Conexão

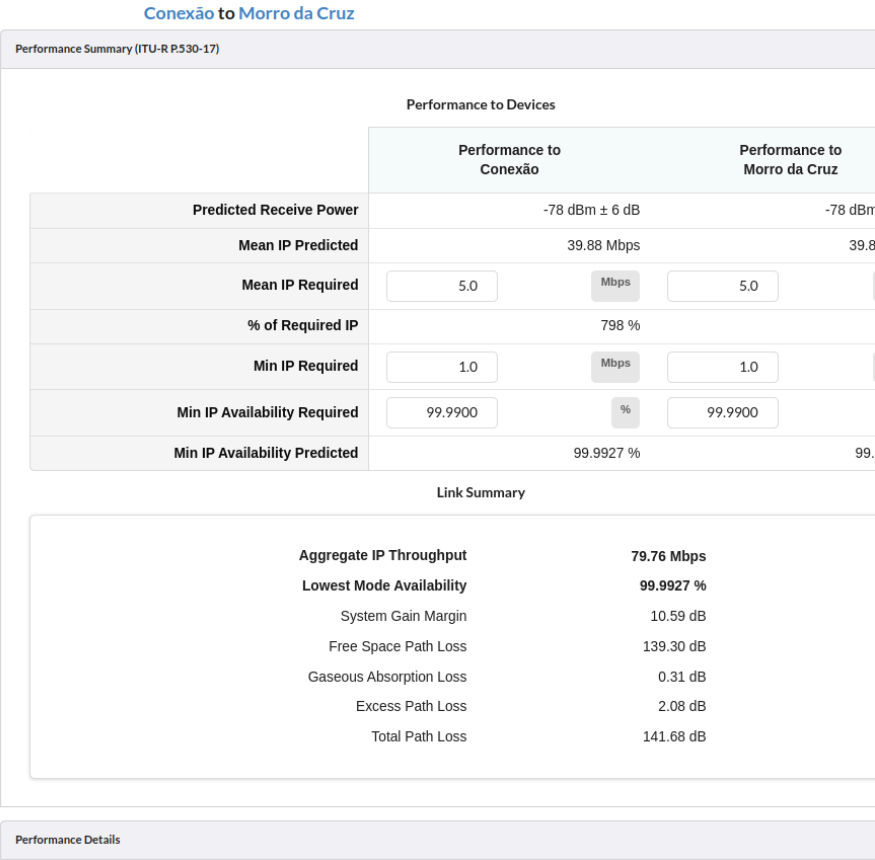


Figura 8: Dados referente ao Morro da Cruz e Conexão



Perfil do enlace Radio Mobile

Ghizone2Conexao			
Ghizone (1)		(2) ConexaoPTP	
Latitude	-27.908320 °	Latitude	-27.780240 °
Longitude	-49.320000 °	Longitude	-48.852660 °
Ground elevation	1819.3 m	Ground elevation	1226.1 m
Antenna height	30.0 m	Antenna height	30.0 m
Azimuth	72.89 TN 92.51 MG °	Azimuth	252.67 TN 272.58 MG °
Tilt	-0.92 °	Tilt	0.49 °
Radio system		Propagation	
TX power	18.00 dBm	Free space loss	141.09 dB
TX line loss	0.00 dB	Obstruction loss	-0.12 dB
TX antenna gain	23.00 dBi	Forest loss	0.00 dB
RX antenna gain	23.00 dBi	Urban loss	0.00 dB
RX line loss	0.00 dB	Statistical loss	6.48 dB
RX sensitivity	-113.02 dBm	Total path loss	147.44 dB
Performance			
Distance		48.106 km	
Precision		24.1 m	
Frequency		5650.000 MHz	
Equivalent Isotropically Radiated Power		12.590 W	
System gain		177.02 dB	
Required reliability		70.000 %	
Received Signal		-83.44 dBm	
Received Signal		15.07 µV	
Fade Margin		29.58 dB	

Figura 9: Dados referente ao Morro do Ghizoni e Conexão



Perfil do enlace Radio Mobile

Morro2Conexao			
MORRO_DA_CRUZ (1)		(2) ConexaoPTP	
Latitude	-27.590120 °	Latitude	-27.780240 °
Longitude	-48.532620 °	Longitude	-48.852660 °
Ground elevation	268.6 m	Ground elevation	1226.1 m
Antenna height	30.0 m	Antenna height	30.0 m
Azimuth	236.07 TN 256.21 MG °	Azimuth	56.22 TN 76.13 MG °
Tilt	1.27 °	Tilt	-1.62 °
Radio system		Propagation	
TX power	18.00 dBm	Free space loss	139.03 dB
TX line loss	0.00 dB	Obstruction loss	0.03 dB
TX antenna gain	23.00 dBi	Forest loss	0.00 dB
RX antenna gain	23.00 dBi	Urban loss	0.00 dB
RX line loss	0.00 dB	Statistical loss	6.52 dB
RX sensitivity	-113.02 dBm	Total path loss	145.58 dB
Performance			
Distance		37.947 km	
Precision		19.0 m	
Frequency		5650.000 MHz	
Equivalent Isotropically Radiated Power		12.590 W	
System gain		177.02 dB	
Required reliability		70.000 %	
Received Signal		-81.58 dBm	
Received Signal		18.67 µV	
Fade Margin		31.44 dB	

Figura 10: Dados referente ao Morro da Cruz e Conexão



Potência teórica recebida

Para o calculo da potência de Rx em um ponto-a-ponto com visada direta, é utilizado a equação de Friis, apresentada abaixo:

Fórmula com logaritmo:

$$P_{rx} = -32.44 + P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - 20 \log(d) - 20 \log(f)$$

Fórmula com comprimento de onda:

$$P_{rx} = \frac{P_{tx} \cdot G_{tx} \cdot G_{rx} \cdot \lambda^2}{(4 \cdot \pi \cdot d)^2}$$

As duas fórmulas da equação de Friis são formas equivalentes de expressar a relação entre a potência transmitida e a recebida em sistemas de comunicação. A escolha depende de como deseja representar a frequência (ou o comprimento de onda) e as unidades utilizadas.



Potência teórica recebida Radio Mobile e LinkPlanner

Radio Mobile.:

$$P_{(\text{Cruz2Conexao})_{\text{rx}}} = -32.44 + 18 + 23 + 23 - 20 \log(37.947) - 20 \log(5650) \cong -75.064\text{dBm}$$

$$P_{(\text{Ghi2Conexao})_{\text{rx}}} = -32.44 + 18 + 23 + 23 - 20 \log(48.106) - 20 \log(5650) \cong -77.124\text{dBm}$$

Link Planner.:

$$P_{(\text{Cruz2Conexao})_{\text{rx}}} = -32.44 + 18 + 23 + 23 - 20 \log(37.955) - 20 \log(5800) \cong -75.293\text{dBm}$$

$$P_{(\text{Ghi2Conexao})_{\text{rx}}} = -32.44 + 18 + 23 + 23 - 20 \log(48.173) - 20 \log(5800) \cong -77.364\text{dBm}$$



Morro Ghizoni para Conexão PTP

Descrição	Link Planner (LP)	Radio Mobile (RM)
Frequência (MHz)	5800	5650
Distância (km)	48.173	48.106
Ganho da Antena (dBi)	23	23
EIRP (dBm)	41	41
Perda no espaço livre (dB)	141.37	141.09
Sensibilidade (dBm)	-88.3	-113.02
Sinal Recebido (dBm)	-78	-83.44

$$Perda \ Espaco \ Livre \ RM = 32.44 + 20 \log(48.106) + 20 \log(5650) = 141.12$$

$$Perda \ Espaco \ Livre \ LP = 32.44 + 20 \log(48.173) + 20 \log(5800) = 141.35$$

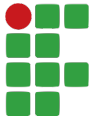


Conexão PTP para Morro da Cruz

Descrição	Link Planner (LP)	Radio Mobile (RM)
Frequência (MHz)	5800	5650
Distância (km)	37.955	37.947
Ganho da Antena (dBi)	23	23
EIRP (dBm)	41	41
Perda no espaço livre (dB)	141.37	139.03
Sensibilidade (dBm)	-88.3	-113.02
Sinal Recebido (dBm)	-78	-81.58

$$Perda \ Espaço \ Livre \ RM = 32.44 + 20 \log(37.947) + 20 \log(5650) = 139.06$$

$$Perda \ Espaço \ Livre \ LP = 32.44 + 20 \log(37.955) + 20 \log(5800) = 139.30$$



Predição de enlace utilizando o Linkplanner e Radio Mobile

ANT029006 – ANTENAS E PROPAGAÇÃO
