

Wifiantenas, Lda

Coimbra - Portugal



Lisboa, 16 Maio 2016

Wifiantenas, Lda

Internet Wifi em zonas rurais

MikroTik User Meeting
Lisboa, 16 Maio 2016

Por Carlos Almeida
Wifiantenas, Lda – Coimbra - Portugal



Wifiantenas, Lda

Muito Obrigado
pela vossa presença
nesta MUM



Wifiantenas, Lda

O meu nome é Carlos Almeida

E represento a empresa

Wifiantenas, Lda



Qual o objectivo da apresentação ?

- Dar a conhecer a minha experiência nas instalações de redes Wifi nas zonas rurais do interior de Portugal.
- Dar alguma informação sobre conceitos básicos de radio comunicações, tais como dB, dBm, dBW e dBi, o cálculo da atenuação em espaço livre e um cálculo rápido para uma ligação PtP em 5 GHz.
- Divulgar a instalação de uma rede Wifi que implementamos na Guiné Bissau, para um operador WISP local.



Quem sou eu ?

- Engenheiro de Telecomunicações pelo IST de Lisboa em 1968. Estudei Electrónica e Telecomunicações no LTH de Lund - Suécia de 1970 a 1974.
- Director Técnico da Radio Difusão Portuguesa em 1975 e 76 e responsável técnico por estações de radio FM locais, de 1988 a 2006.
- Utilizador de Mikrotik desde 2007 e certificado Mikrotik MTCNA, MTCWE, MTCUME, desde 2009.



O que é a Wifiantenas ?

Nasce em 2008 para trabalhar a área das redes Wifi.

Especializada em redes Wifi em zonas rurais com equipamentos MikroTik, vocacionada para projectar e implementar ligações PtP de média e longa distância.

Redes Wifi instaladas em mais de 40 freguesias e 8 Municípios diferentes do interior de Portugal, com Hotspots com autenticação por servidor Radius.

Mais de 600 routers MikroTik instalados em ambiente “outdoor” em zonas rurais.



Como cheguei às redes IP

Em 2005 :

- 1 - Studio Link Digitais para Emissoras locais de FM
- 2 – Instalação de redes privadas indoor em empresas

Em 2005 os meus conhecimentos de redes eram limitados. Senti necessidade de ter formação em redes IP

Em 2007:

- 1 º curso de formação MikroTik em Malta

Em 2009:

- 2 º curso de formação MikroTik em Praga – Republica Checa. Desde aí, outros cursos Mikrotik na Polónia, Hungria, Croácia e Portugal



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Situação do acesso á Internet em 2005/2008 em Portugal:

- Zonas Urbanas – ADSL até 16 Mbps – início banda larga móvel
- Zonas Rurais – ADSL a 4 Mbps apenas nas sedes de concelho.

Nas aldeias nenhuma ligação, ou apenas “dial up”.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Um convite oportuno

Em 2008, fomos desafiados pelo Município de S. João da Pesqueira no Alto Douro, a fornecer Internet via Wifi às aldeias do Concelho, a partir da ligação ADSL na sede do Município.

Mas perguntarão alguns de vocês e muito bem.

- Em Portugal, onde é a região do Alto Douro ?
- Onde fica o Município de São João da Pesqueira ?



Eu mostro-vos com o Google Earth



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira

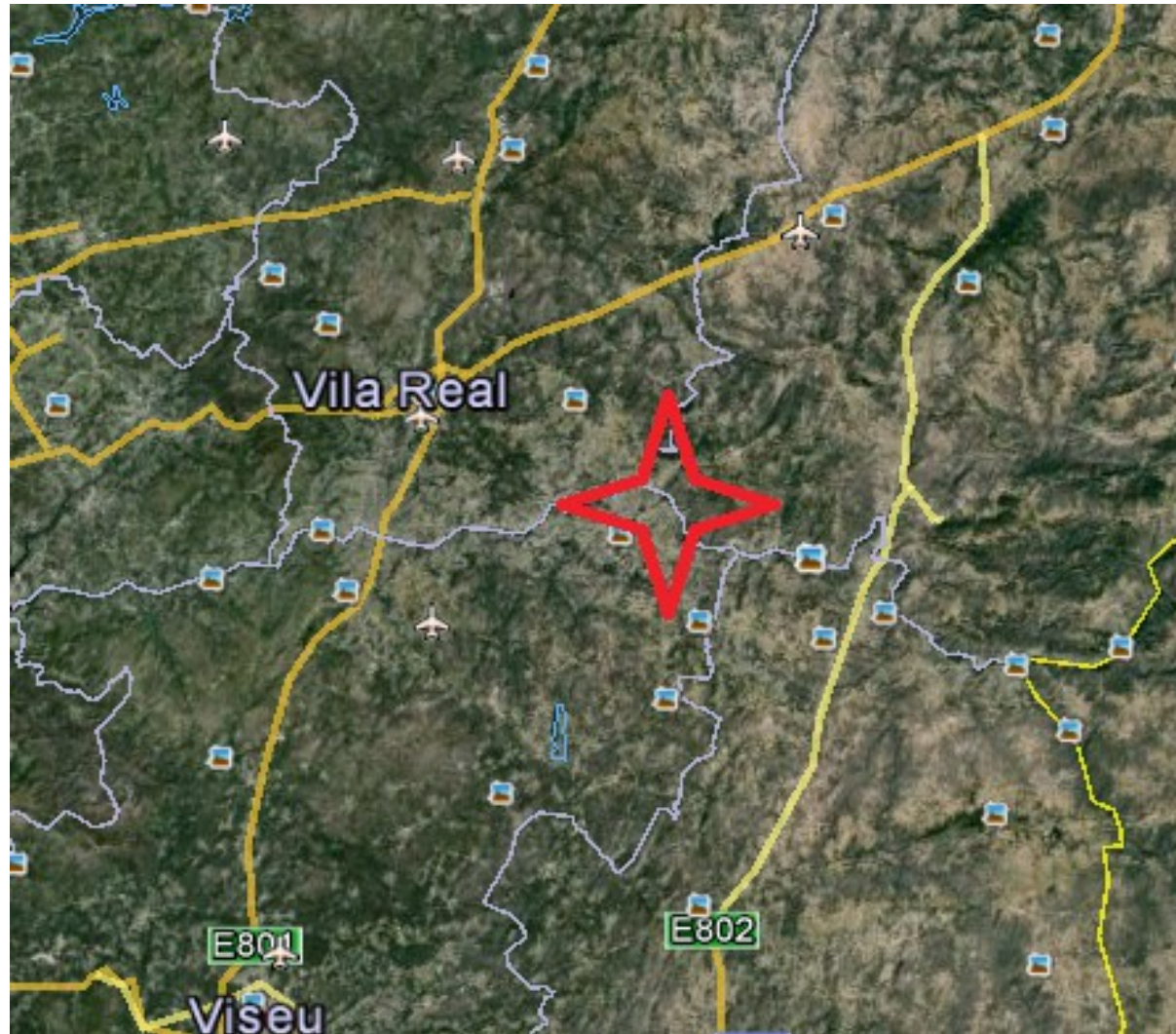


Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira

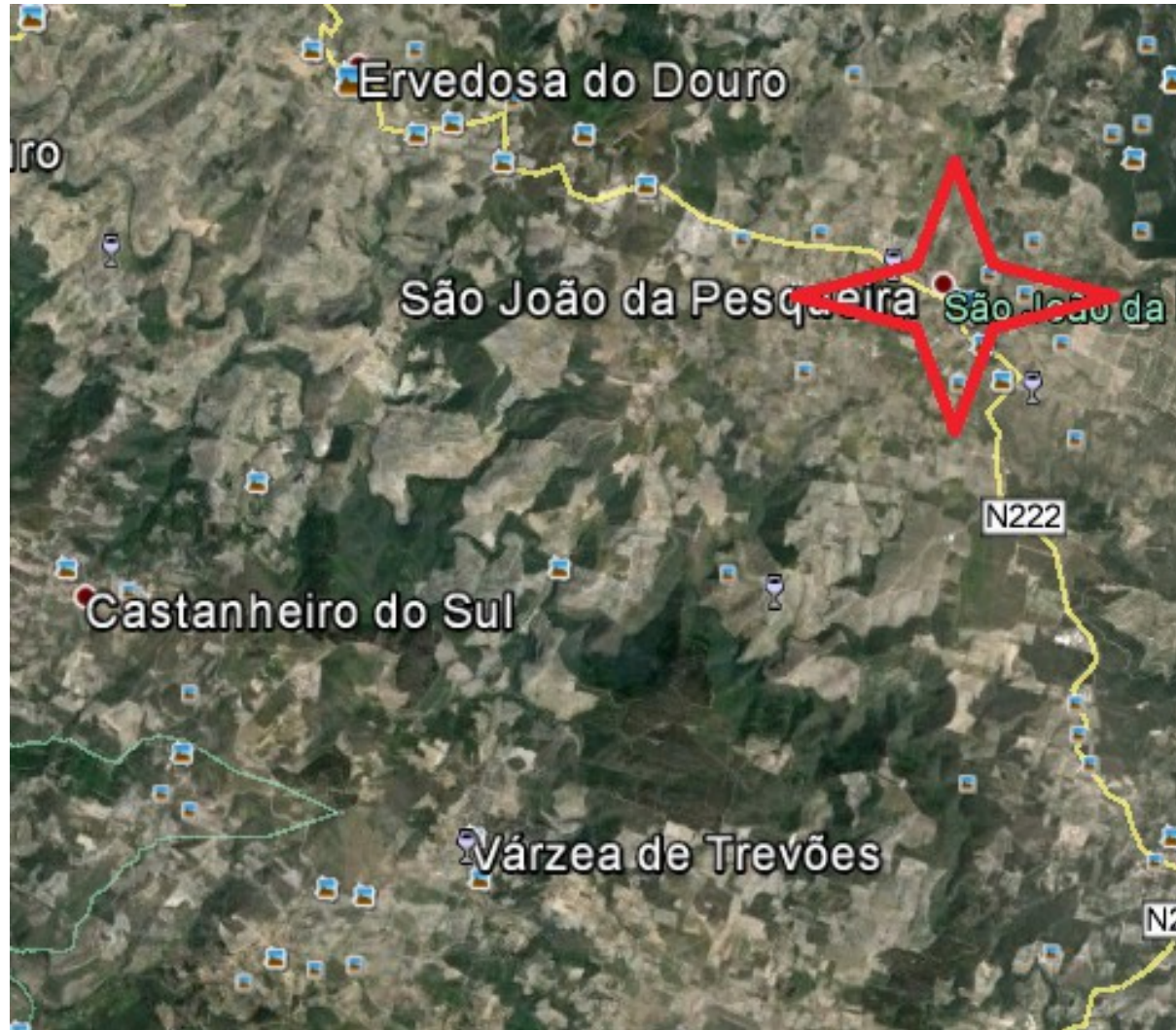


Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Mais do que palavras, algumas imagens ajudam



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Os nossos trabalhos em S. João da Pesqueira



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Carta topográfica em 1:50.000 de S. João da Pesqueira



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O terreno no Alto Douro

Algumas fotografias da região do Alto Douro, onde crescem vinhas e uvas que mais tarde irão dar origem ao Vinho do Porto.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Miradouro Frei Estevão
Ervedosa do Douro

Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Miradouro das Carvalhas
Ervedosa do Douro

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como disse anteriormente, em fins de 2008 fomos encarregados pelo Município de S. João da Pesqueira em fornecer Internet via Wifi, às aldeias de:

- Trevões
- Valongo dos Azeites
- Pereiros

a partir da ligação ADSL da sede do Município em S. João da Pesqueira.

Estas 3 aldeias não tinham ADSL e estavam a mais de 15 Km da sede do Município, por estrada.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

- Para fornecer Internet a 3 aldeias que não tinham ADSL, tivemos que:
 - 1 - Projectar e instalar uma ligação PtP via 5 GHz, desde S. João da Pesqueira até á Serra de Sampaio, na proximidade dessas 3 aldeias.
 - 2 - Da Serra de Sampaio, instalar 3 feixes hertzianos em 5 GHz , para as 3 aldeias.

Segue imagem Google Earth



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Google Earth com as localizações das Torres 1, 2 e 3



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

- Vimos as imagens do Google Earth, com as ligações de radio PtP na banda de 5 GHz, para levar a Internet a 3 aldeias do concelho, a partir da sede do Concelho.
- A seguir algumas fotos das mini torres auto suportadas, que instalamos para suporte dos equipamentos e antenas.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Foto da Torre **1** em S.João da Pesqueira



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Foto da Torre **3** na Serra de Sampaio



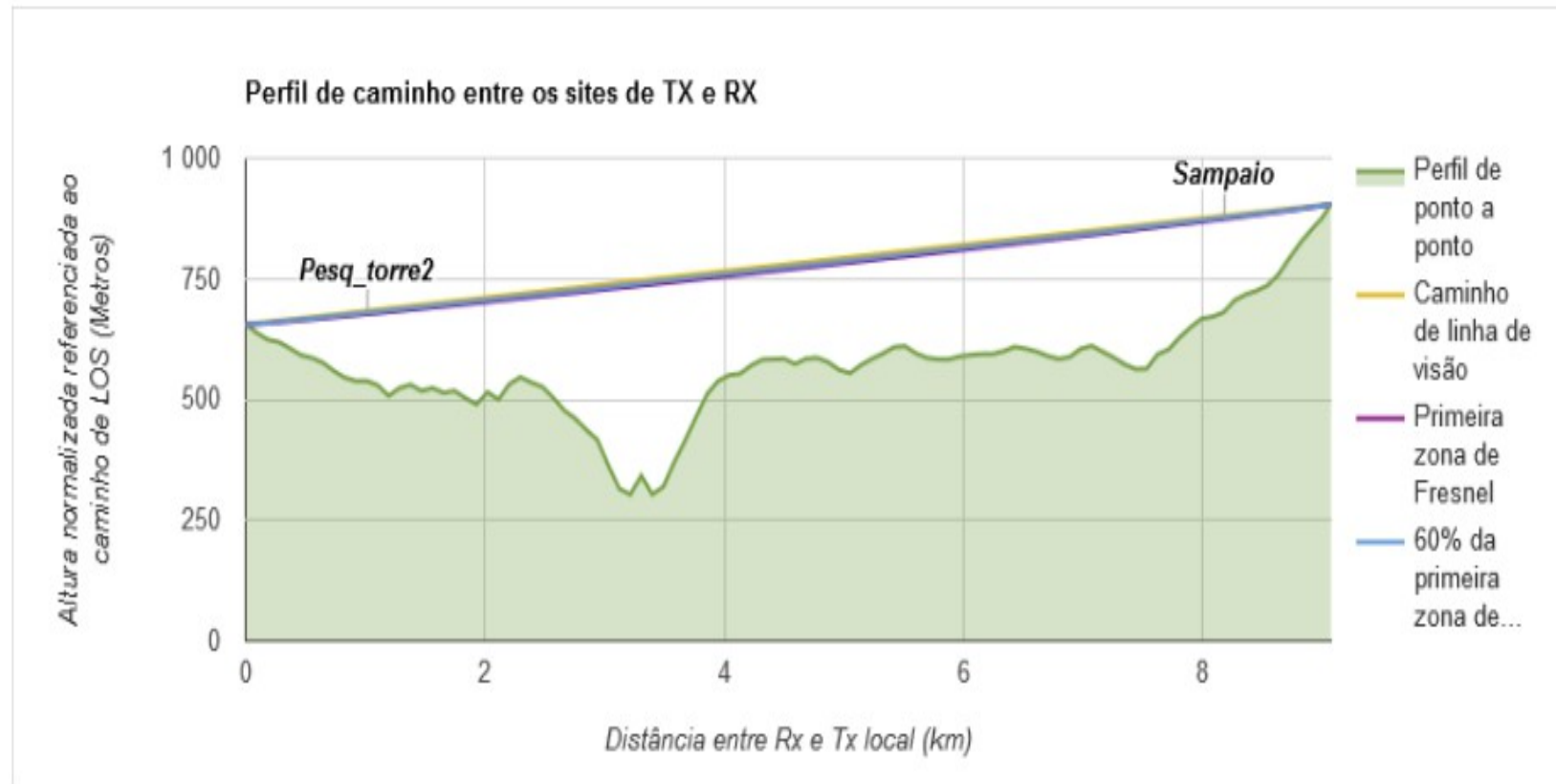
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

- Mas antes de começar a “pendurar” as antenas nas torres, temos que ter uma ideia pelo menos aproximada de:
- Distância entre as duas torres
- Ganhos das antenas de emissão e de recepção
- Potência PIRE necessária para efectuar uma ligação estável



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Perfil do terreno



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Mas muito antes disso tudo, há que ter e assimilar, alguns conceitos básicos, muito uteis:

O dB ou decibel

O que é ?

Para que serve ?

Como se utiliza ?



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Da Wikipedia retiramos a noção de decibel

“O decibel (dB) é uma unidade logarítmica que indica a proporção de uma quantidade física (geralmente energia ou intensidade) em relação a um nível de referência especificado ou implícito.”

“Uma relação em decibéis é igual a dez vezes o logaritmo de base 10 da razão entre duas quantidades de energia”

Ou seja
$$P_{dB} = 10 \log_{10} (P_1/P_0)$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Mas o que é o LOGARITMO ?

- Novamente na Wikipedia encontramos

“Na matemática, o logaritmo de um número é o expoente a que outro valor fixo, a base, deve ser elevado para produzir este número.”



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Por exemplo

O logaritmo de 100 na base 10 é o numero 2

Porquê ?

Porque 10 elevado a 2 são 100

$$10^2 = 100$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Para que serve isto ?

Entre muitas outras coisas, para facilitar o cálculo do sinal a esperar, numa ligação ponto a ponto.

Sem dB, o cálculo é bastante complicado.

Com dB, o cálculo limita-se a adições e subtrações.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Outras siglas

Já devem ter encontrado:

dB - Utilização genérica

dBm - Usado em Wifi

dBW - Usado em Radio Difusão p. Ex

dbi - Ganho em relação à antena isotrópica



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dB

O dB dá a relação entre 2 potências, quaisquer que elas sejam.

Por exemplo

Se um sistema tem á entrada P_i a potência de 1 W
E á saída P_o , a potência de 100 W

Diremos que tem um ganho de potência de 20 dB, pois

$$G_{P(dB)} = 10 \times \log_{10}(P_o/P_i) = 10 \times \log_{10}(100/1) = 20 \text{ dB}$$

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBW

O dBW dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o WATT.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBW

O dBW dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o WATT.

Por exemplo

Se um sistema tem uma potência de saída de $P_o=1000\text{ W}$
a sua potência em dBW será:



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBW

O dBW dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o WATT.

Por exemplo

Se um sistema tem uma potência de saída de $P_o=1000$ W
a sua potência em dBW será:

$$P_{o(dBW)} = 10 \times \log_{10} (P_o/P_i) = 10 \times \log_{10} (1000/1) = 30 \text{ dBW}$$

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBm

O dBm dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o miliwatt.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBm

O dBW dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o miliwatt.

Por exemplo

Se um sistema tem uma potência de saída de $P_o=100 \text{ mW}$
a sua potência em dBm será:



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBm

O dBW dá a relação entre 2 potências, mas em que a potência de comparação é o miliwatt.

Por exemplo

Se um sistema tem uma potência de saída de $P_o=100$ mW a sua potência em dBm será:

$$P_{o(dBm)} = 10 \times \log_{10} (P_o/P_i) = 10 \times \log_{10} (100/1) = 20 \text{ dBm}$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBi — aplica-se a antenas

O dBi dá a relação entre o ganho de uma antena em relação à antena isotrópica.

Antena Isotrópica — tem um diagrama de radiação sem qualquer directividade, irradiando igualmente em todas as direcções. É considerada o padrão

Se uma antena irradiar numa direcção 100 x mais que a antena isotrópica, diz-se que tem um ganho nessa direcção de:

$$G_{a(dBi)} = 10 \times \log_{10}(100/1) = 20 \text{ dBi}$$

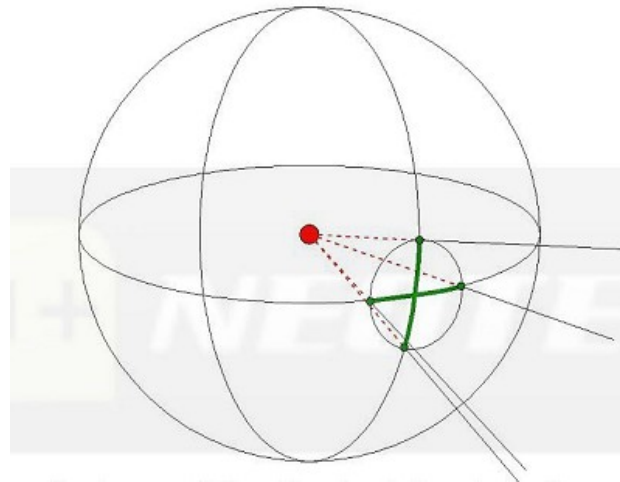
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBi — aplica-se a antenas

O dBi dá o ganho de uma antena em relação à antena isotrópica.

O que é uma antena Isotrópica – É uma antena que tem um diagrama de radiação sem qualquer directividade, irradiando igualmente em todas as direcções a partir de um ponto isolado no espaço. É o padrão.



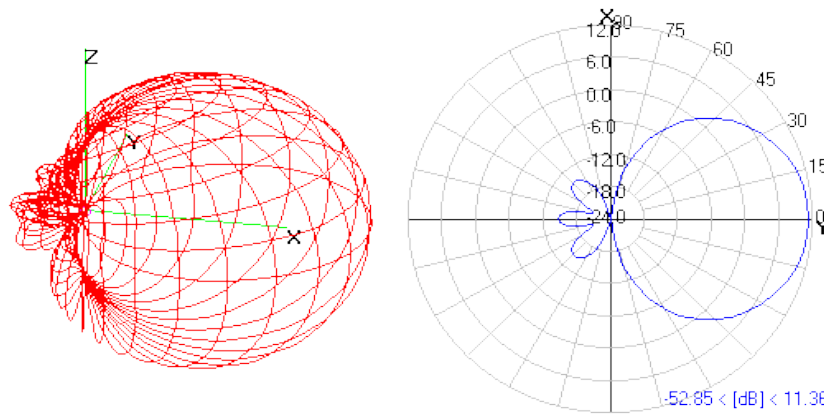
Antena isotrópica

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

O que é ?

dBi — aplica-se a antenas

O dBi dá a relação do ganho de uma antena em relação à antena isotrópica.



Antena direccional

Se uma antena irradiar numa dada direcção 100 x mais que a antena isotrópica, diz-se que tem um ganho nessa direcção de:

$$G_a(\text{dBi}) = 10 \times \log_{10}(100/1) = 20 \text{ dBi}$$

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Fotos de algumas antenas que usamos



Sectorial MIMO 2.4 GHz 15 dBi



Parabólica MIMO 5.6 GHz 29 dBi

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Sendo:

Dist - Distância entre Tx e Rx em Km

Freq - Frequência do sinal de RF (*Radio Frequência*) em MHz

P_{tx} - Potência do Emissor em dBm

G_{ant} - Ganhos das antenas Tx e Rx em dBi

A_{tc} - Atenuações nos cabos e conectores em dB

A_{te} - Atenuação em Espaço Livre em dB

Temos

$$P_{rx} \text{ (dBm)} = P_{tx} \text{ (dBm)} + G_{ant} \text{ (dBi)} - A_{tc} \text{ (dB)} - A_{te} \text{ (dB)}$$

Precisamos de calcular a atenuação em Espaço Livre



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Portanto na equação seguinte

$$P_{rx} \text{ (dBm)} = P_{tx} \text{ (dBm)} + G_{ant} \text{ (dBi)} - A_{tC} \text{ (dB)} - A_{tel} \text{ (dB)}$$

Falta calcular a atenuação em Espaço Livre, que pode ser dada pela formula prática: (Frequência em MHz e Distância em Km)

$$A_{tel} \text{ (dB)} = 32.4 + 20 \times \log_{10}(\text{Freq}) + 20 \times \log_{10}(\text{Dist})$$

Para um exemplo de :

Freq= 5.5 GHz = 5.500 MHz e Dist = 1 Km temos

$$A_{tel} = 32.4 + 20 \times \log_{10}(5.500) + 20 \times \log_{10}(1) = 32.4 + 74.8 = 107 \text{ dB}$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

De:

$$P_{rx} \text{ (dBm)} = P_{tx} \text{ (dBm)} + G_{ant} \text{ (dBi)} - A_{tc} \text{ (dB)} - A_{tel} \text{ (dB)}$$

Para além da atenuação em espaço livre de $A_{tes}=107$ dB, vamos supor que tínhamos:

$P_{tx}= 15$ dBm

2 antenas direccionais com 16 dBi cada, num total de 32 dBi

Cabos e conectores com 3 dB de atenuação como valor estimado.

A potência na recepção seria

$$P_{rx} \text{ (dBm)} = 15 + 32 - 3 - 107 = - 63 \text{ dBm}$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Uma regra prática

Se a frequência duplicar: a atenuação aumenta 6 dB

Se a distância duplicar: a atenuação aumenta 6 dB

Vamos supor que mantemos a nossa ligação na faixa dos 5 GHZ, mas a distância entre antenas passava para **4 Km**

A atenuação total em Espaço Livre passaria para :

$$A_{tel} = 107 + 12 = \mathbf{119 \text{ dB}}$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

$$A_{tel} = 107 + 12 = 119 \text{ dB}$$

O sinal na recepção passaria para $P_{rx} = -63 - 12 = -75 \text{ dBm}$

Se pretender manter o mesmo sinal de -63 dBm na recepção, haveria necessidade de trocar as antenas para outras com 22 dBi para manter o mesmo sinal de **-63 dBm** no receptor.

A potência na recepção seria novamente de

$$P_{rx} (\text{dBm}) = 15 + 44 - 3 - 119 = -63 \text{ dBm}$$



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Vêm a vantagem de trabalhar com dB ?

Acho que vale a pena dominar o tema, para depois não termos surpresas no terreno



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

- **Mas o cálculo prévio não chega !**

É conveniente o trabalho no Gabinete:

Obter e desenhar o perfil do terreno entre os dois pontos.

É essencial ir ao terreno:

Com a ajuda de bons binóculos, verificar se existem obstáculos naturais ou construídos pelo homem, que sejam impeditivos de uma boa ligação radio.

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Lembrar sempre

- 1 - Os edifícios podem não estar nas imagens do Google Earth.
- 2 - Mesmo que estejam no Google Earth, não temos informação da sua altura acima do terreno.
- 3 - Trabalhamos na faixa dos 5 GHz, não com raios luminosos. Precisamos de deixar alguma margem acima ou abaixo dos obstáculos.
(Fresnel)

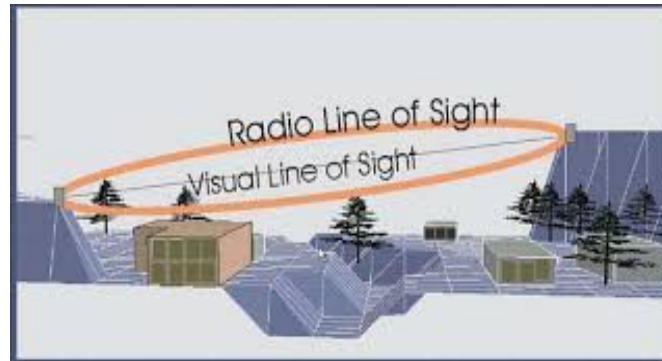


Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Elipsoide de Fresnel

- Embora o cálculo do elipsoide de Fresnel esteja fora do âmbito desta exposição, farei uma muito breve menção do que se trata e do seu significado radioeléctrico.



- Podemos considerar o elipsoide de Fresnel, como a figura geométrica 3D, que liga as duas antenas, onde se pode considerar estar concentrada a energia que flue entre elas.

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Como calcular o sinal a esperar no receptor remoto

Elipsoide de Fresnel



Em sistemas radioelétricos acima dos 3 GHz e para $K=4/3$, devemos considerar a exigência de ter 100% do 1º elipsoide de Fresnel desobstruído.

Este é o nosso caso para feixes em 5 GHz. Não chega ter linha de vista.

Experiência Internet Wifi em zonas rurais

- Espero não vos ter maçado muito, mas creio que estas informações poderão ser uteis a quem queira estabelecer ligações PtP em 5 GHz.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Deixemos esta parte mais ou menos teórica, para voltar à descrição dos trabalhos realizados no Alto Douro

Novamente, a foto do Google Earth com a ligação de 9 Km falada atrás.

Finalmente algumas imagens do cálculo do feixe hertziano atrás referido, com os valores, o perfil do terreno e imagem do Google Earth.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Feixe Hertziano Entre Pesqueira (Torre 2) e Sampaio (Torre Eolica)

Cálculo

Nome do Site TX **Pesq_torre2** Nome do Site de RX **Sampaio**

Tipo de rádio Custom PTP Tipo de rádio Custom PTP

Latitude 41.143 Latitude 41.062

Longitude -7.419 Longitude -7.436

Potência TX 8.0 dBm Limite de RX 8.0 dBm

Ganho de Ant. 23.0 dBi Ganho de Ant. 23.0 dBi

Altura do Ant. 8.0 m Altura do Ant. 6.0 m

Frequência **5600.0 MHz** Zonas climáticas Continental Temperate

Polarização de Ant. Vertical Sistema de medida Sistema métrico

Perda de diversos 0.0 dBm Taxa de chuva 31.0 mm/hr

Perda total do caminho 126 dBm Margem de atenuação -80 dBm

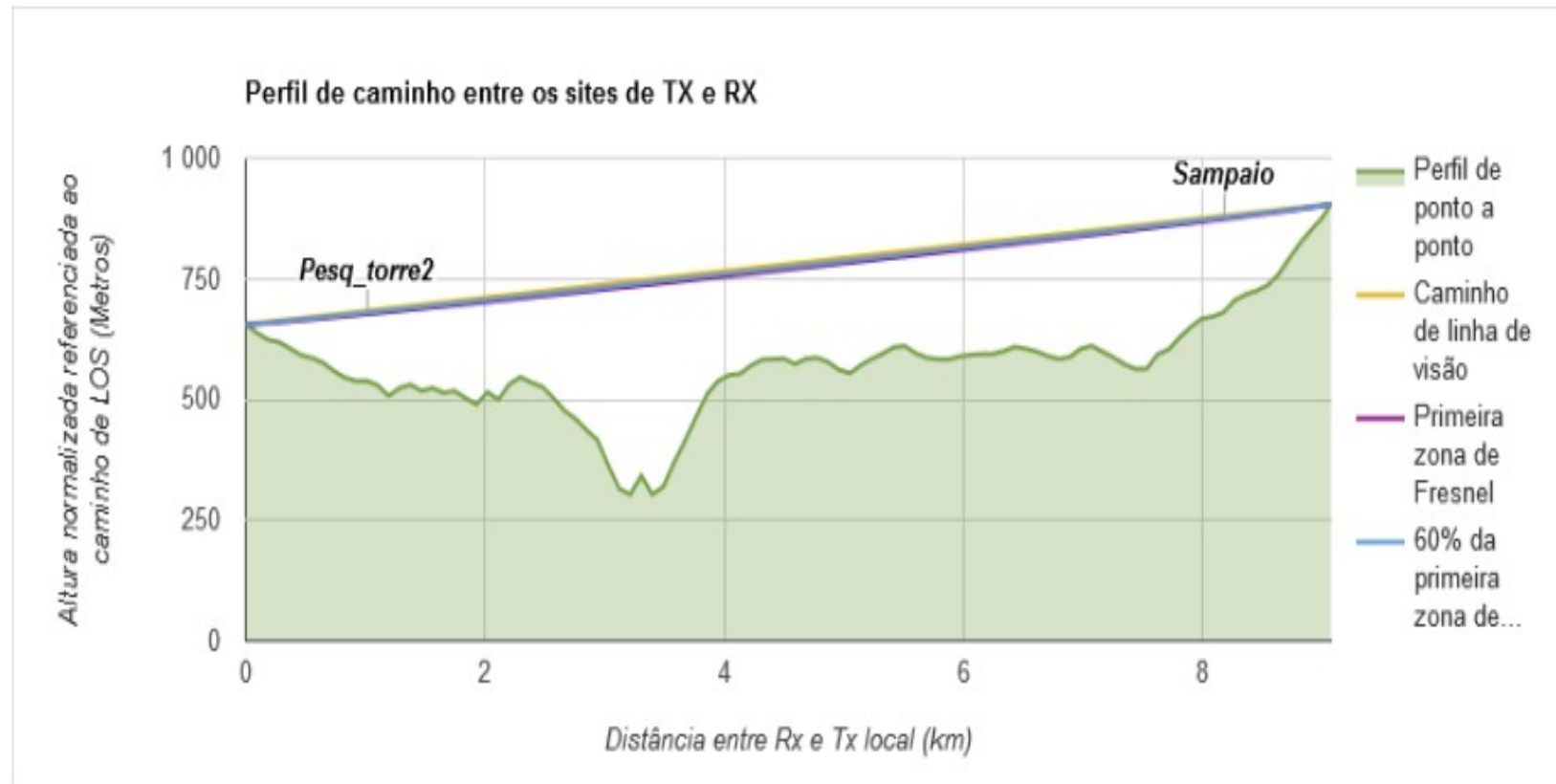
Nível de sinal de RX **-72.453 dBm** Distância entre os locais **9.068 km**

EIRP 31.0 dBm



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Perfil do terreno



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

- Conforme foto do Google que segue, a partir da Torre **3** (Sampaio), saem 3 feixes hertzianos em 5 GHz:
- Torre **3** – Trevões (2 Km)
- Torre **3** – Valongo dos Azeites (3 Km)
- Torre **3** – Pereiros (6,6 Km)

Missão Cumprida

- Assim, com apenas 4 saltos colocamos Internet em 3 aldeias, a partir do modem ADSL do Município de S. João da Pesqueira, a mais de 15 km por estrada.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Chegada do ADSL a algumas aldeias

- A partir de 2011, algumas das aldeias começaram a ser equipadas com ADSL, pelo que foi possível:
- 1 - Agrupar 3 ou 4 aldeias da mesma zona, ligando-as por feixes hertzianos em 5GHz à aldeia que tinha ADSL
- 2 – Tornar o sistema mais económico, por não haver de ir buscar a Internet à sede do Município.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

GUINÉ – BISSAU

Haveria muito que falar sobre o nosso trabalho no Alto Douro e noutras zonas rurais em Portugal mas o tempo é escasso. Gostaríamos de aproveitar a oportunidade para dizer algo sobre um projecto que em Maio de 2015, levamos a cabo em Bissau, na Guine Bissau.

Bissau é uma grande cidade com uma superficie de 9 km x 8 km, onde habitam cerca de 400.000 pessoas, num total de 1,5 milhões dos habitantes da Guine Bissau.

Em seguida fotos de Google Earth sobre a cidade de Bissau, a primeira vista de 25 km de altitude e depois de 5 km de altitude.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Bissau – Foto 25 Km de altitude



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Bissau – Foto 5 Km de altitude



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Mas o que fizemos em Bissau ?

Em 2013, depois de visitar o nosso site "**internetrural.pt**", um estudante da Guiné Bissau em Portugal, inquiriu-nos sobre a possibilidade de desenvolver-mos um serviço WISP, com acesso à Internet através de Wifi na cidade de Bissau.

Em "**internetrural.pt**", apresentamos os nossos serviços VSAT para os países de Africa, entre ele a Guiné Bissau.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Fizemos o estudo e a respectiva proposta que foi aceite:

Tendo em vista a zona que o cliente pretendia cobrir, optámos por instalar três torres de transmissão e duas redes distintas:

- 1 - Rede Wifi a 2,4 GHz com autenticação PPPoE com equipamentos CPE em casa dos clientes. Esta rede tem cobertura da aproximadamente 1,5 km a partir das três torres de transmissão
- 2 - Rede com Wifi Hotspot, que alcança até 100 m para os utilizadores com smartphones, a partir das três torres de transmissão.
- 3 - Alimentação dos equipamentos das torres 2 e 3 com painéis solares e baterias sem manutenção.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

A localização das 3 torres a uma distância entre si de cerca de 2 a 3 Km, exigiu a instalação de dois feixes hertzianos em 5GHz, como mostra a foto Google Earth seguinte.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 1 no Bairro de Luanda con antena VSAT



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 1 no Bairro Luanda: antena VSAT com 1.8 m diam.



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 1 no Bairro de Luanda: Antenas



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 1 : Casa na direcção do satélite



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 2 no Bairro da Penha



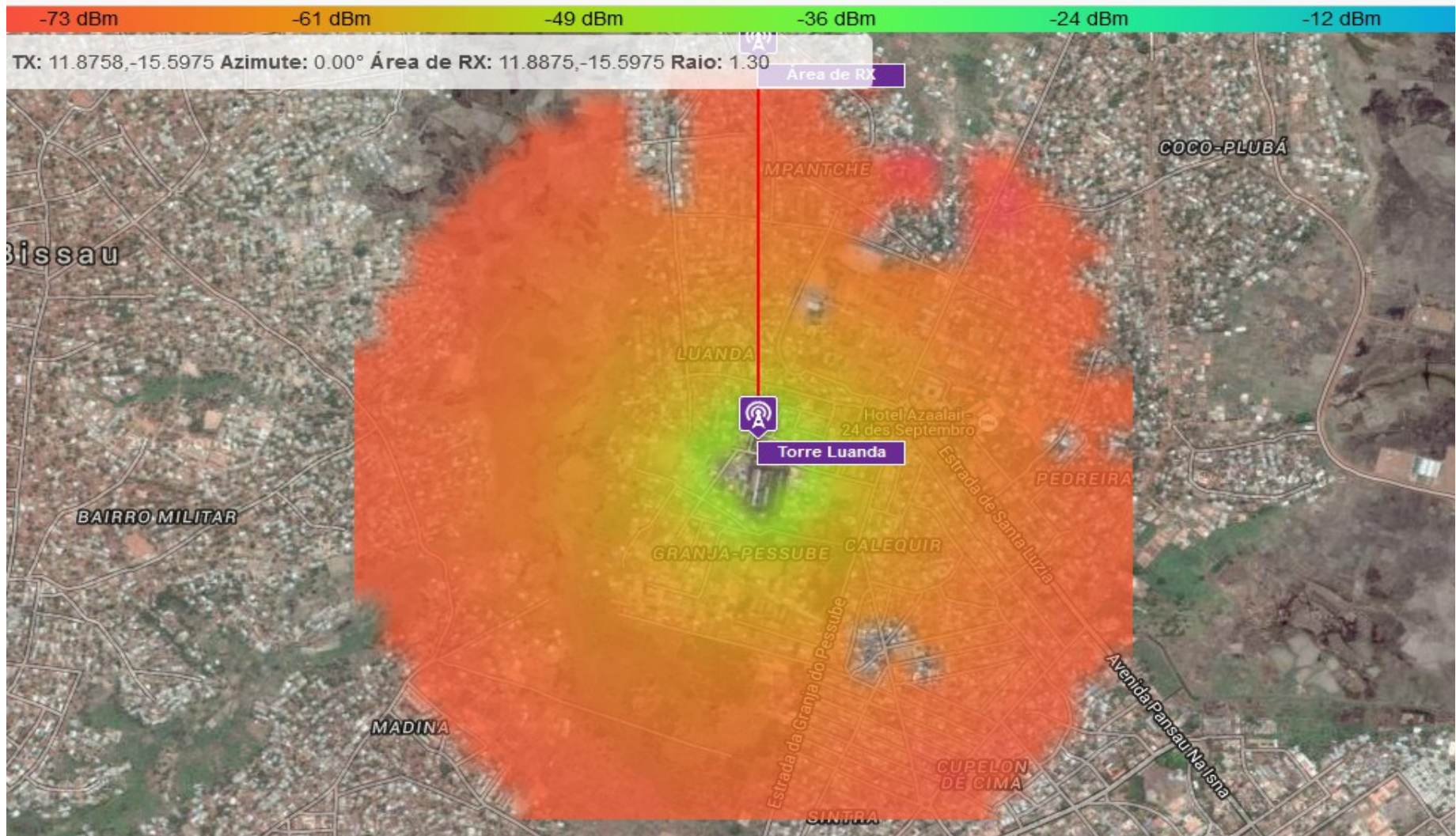
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 3 no Lobato



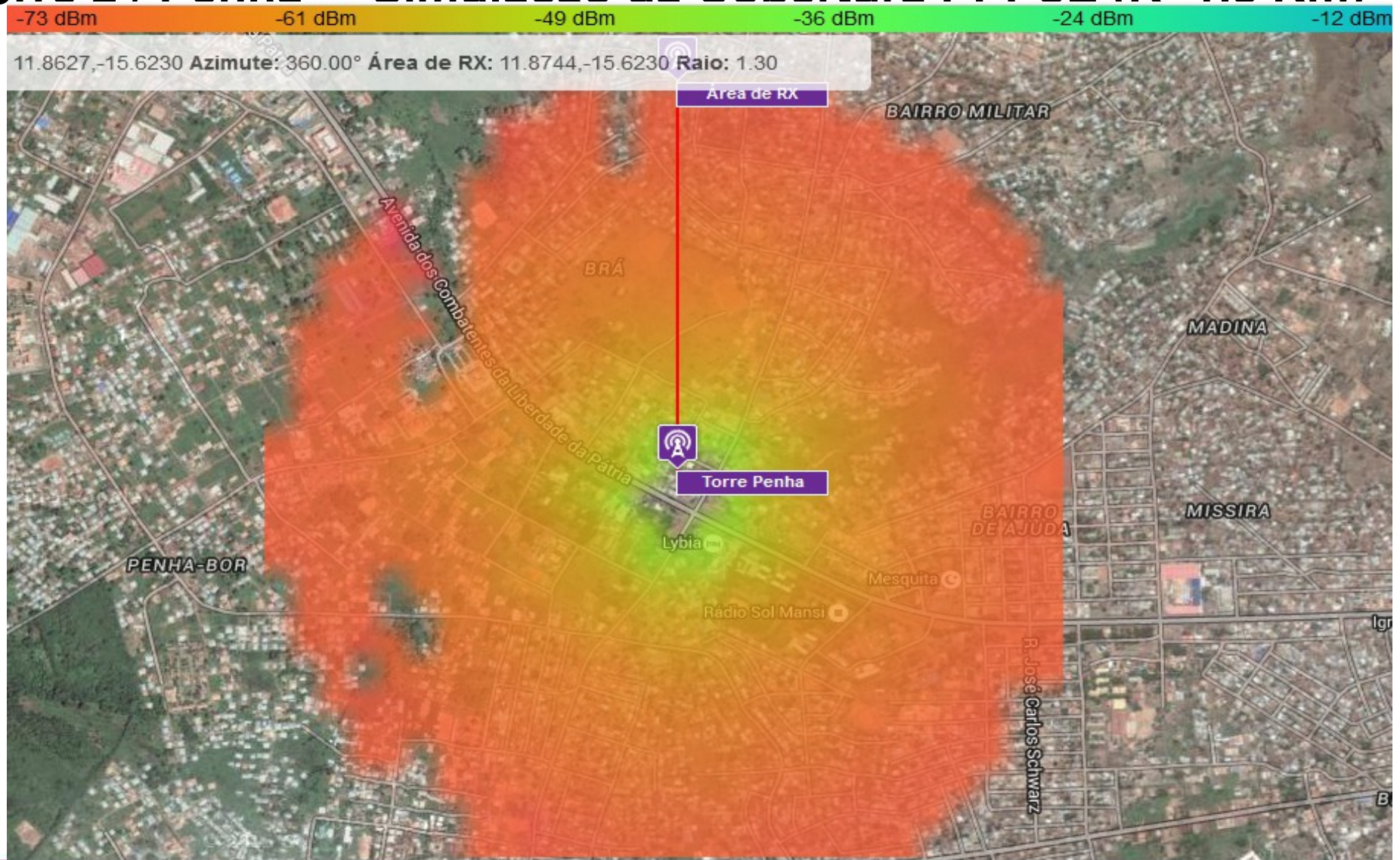
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 1 / Luanda - Simulação da Cobertura PPPoE (R=1.3 km)



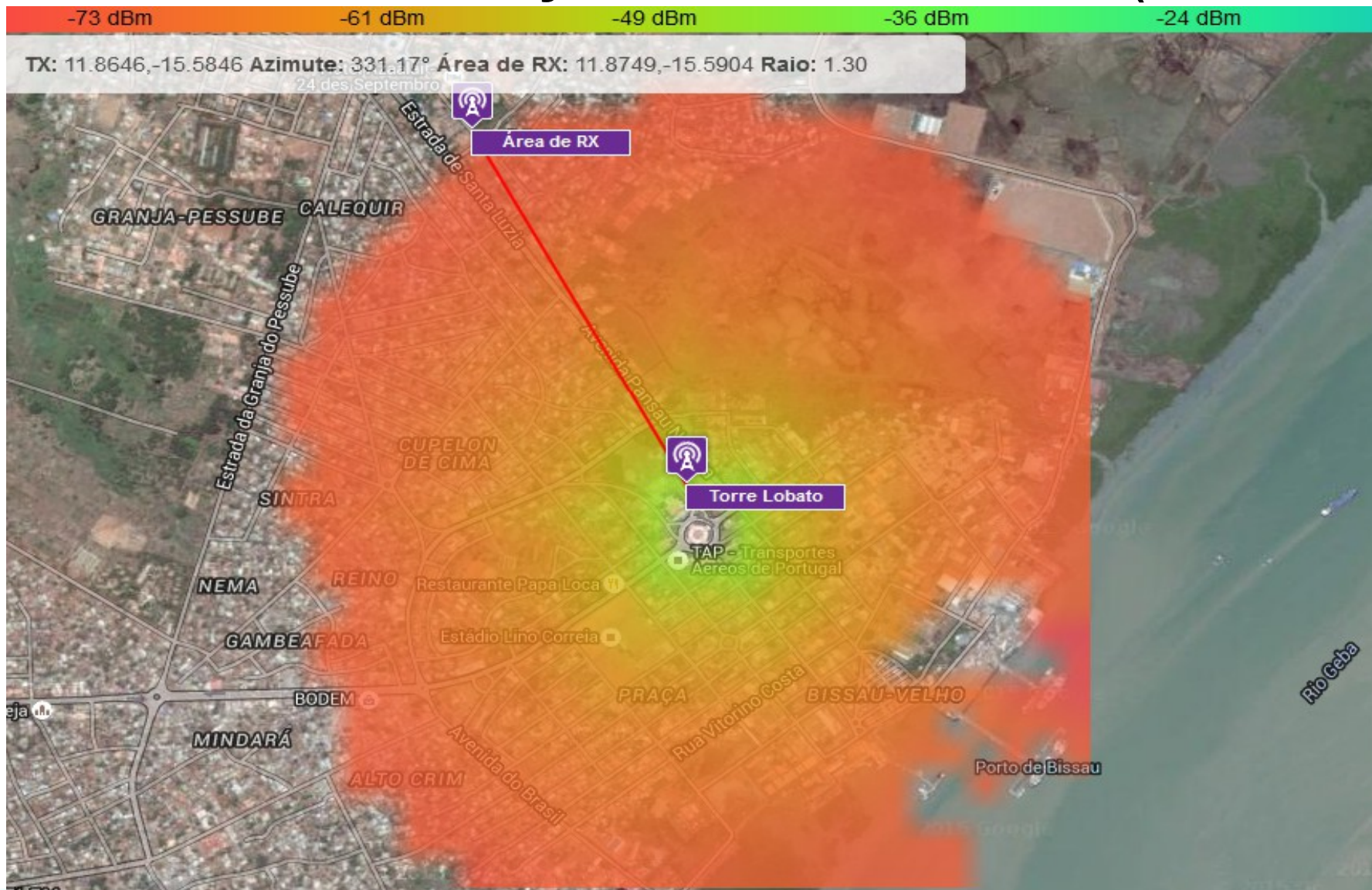
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 2 / Penha – Simulação da Cobertura PPPoE (R=1.3 Km)



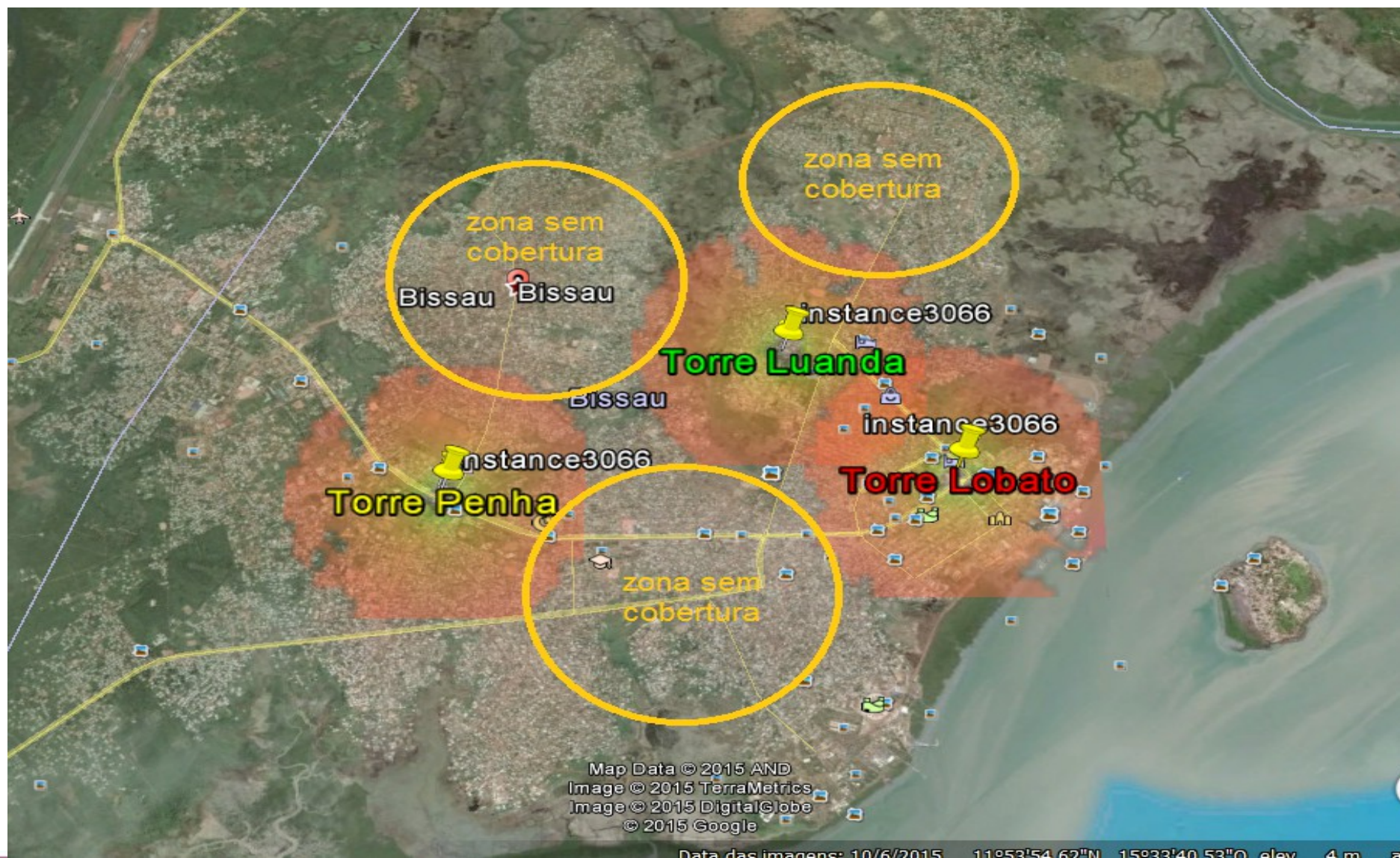
Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torre 3 / Lobato – Simulação da Cobertura PPPoE (R=1.3 Km)



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Torres 1, 2 e 3 – Simulação conjunta da Cobertura PPPoE



Experiência Internet Wifi em zonas rurais

Espero que tenham gostado da apresentação e de ouvir falar no Alto Douro e também da Guine Bissau

Obrigado

Por Carlos Almeida
Wifiantenas, Lda - Portugal



Wifiantenas, Lda

Contactos

Carlos Almeida – Projectos e Instalações de Redes MikroTik

Rua Vitorino Nemésio, 183 3030-361 Coimbra Portugal

Telefone Móvel: (351) 911 124 662

Email: **ca.wifiantenas@gmail.com**

www.internetrural.pt

