

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE**  
**SISTEMAS**

**FERNANDO AUGUSTO POLTRONIERI**

**SITE SURVEY E CÁLCULO ZONA DE FRESNEL**

**TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

**MEDIANEIRA**

**2011**

FERNANDO AUGUSTO POLTRONIERI

## **SITE SURVEY E CÁLCULO ZONA DE FRESNEL**

Trabalho de Diplomação apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – CSTADS – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Msc. Neylor Michel.

MEDIANEIRA

2011



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Curso Superior de Tecnologia em Análise e  
Desenvolvimento de Sistemas



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### SITE SURVEY PROVEDOR VIRTUAL NET INFORMÁTICA

Por

**Fernando Augusto Poltronieri**

Este Trabalho de Diplomação (TD) foi apresentado às 09:10 h do dia 29 de novembro de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado com louvor e mérito.

---

Prof. Msc. Neylor Michel  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Paulo Lopes de Menezes  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof.  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Juliano Rodrigo Lamb  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Responsável pelas atividades de TCC)

## RESUMO

Este trabalho propõe a realização de um *site survey* nas áreas atendidas pelo provedor de internet via rádio Virtual Net Informática para aumentar a área de cobertura do balneário de Pontal do Sul, na cidade de Pontal do Paraná, localizado no estado do Paraná, bem como aumentar a qualidade da prestação dos serviços prestados aos clientes já atendidos pelo provedor, os testes realizados serão para verificar a viabilidade da instalação de novos equipamentos no provedor para prestar serviços na frequência de 5GHZ sendo que hoje a tecnologia utilizada trabalha na frequência de 2.4GHZ.

Palavras-chaves: internet – *wireless* - Pontal do Paraná – LOS – NLOS - Fresnel

## ABSTRACT

This work proposes performance of a *site survey* in the areas served by internet served way radio service provider Informatics Net Virtual to increase the coverage area of the southern resort town of Pontal do Paraná, as well as increase the quality of the services provided to customers already served by the provider, so the tests will be performed to verify the feasibility the installation of new equipment the provider to provide services in the frequency of 5GHS, and today the technology works at a frequency of 2.4GHz.

Keywords: *provedor – internet – wireless – omni - setorial* - Pontal do Paraná – LOS – NLOS  
- Fresnel

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados dos equipamentos utilizados.....	27
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização Empresa Virtual Net Informática .....	15
Figura 2: Linha de Visão .....	17
Figura 3: Visual LOS.....	17
Figura 4: NLOS .....	18
Figura 5: Zona de Fresnel.....	19
Figura 6: Antena Setorial OIW2417P090H .....	22
Figura 7: Antena omni MM-2415o .....	22
Figura 8: Antena omni OIW-5812OV.....	23
Figura 9: Antena 2415CPE.....	24
Figura 10: Antena WR-3454G .....	25
Figura 11: Antena 5817CPE.....	25
Figura 12: Antena airgrid M5.....	26
Figura 13: RouterOS.....	28
Figura 14: Google Earth .....	29
Figura 15: Ambiente <i>site survey</i> .....	30
Figura 16: Balneário Pontal do Sul .....	31
Figura 17: Balneários Vila Nova e Atami .....	32
Figura 18: Balneários Itatiaia e Atami.....	33
Figura 19: Balneário Barrancos.....	34
Figura 20: <i>Site survey</i> ponto de embarque para a Ilha do Mel .....	35
Figura 21: <i>Site survey</i> ponto de embarque antena WR-3454G .....	37
Figura 22: <i>Site survey</i> ponto de embarque antena WR-3454G no RouterOS .....	37
Figura 23: <i>Site survey</i> ponto de embarque antena 2415CPE.....	38
Figura 24: <i>Site survey</i> ponto de embarque antena 2415-CPE no RouterOS .....	38
Figura 25: <i>Site survey</i> Pontal 2.....	39

Figura 26: <i>Site survey</i> Pontal 2 antena WR-3454G.....	41
Figura 27: <i>Site survey</i> Pontal 2 antena WR-3454G no RouterOS.....	41
Figura 28: <i>Site survey</i> Pontal 2 antena 2415CPE .....	42
Figura 29: <i>Site survey</i> Pontal 2 antena 2415CPE no RouterOS .....	42
Figura 30: <i>Site survey</i> balneários Vila Nova e Atami .....	43
Figura 31: <i>Site survey</i> balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G .....	44
Figura 32: <i>Site survey</i> balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G no RouterOS .....	45
Figura 33: <i>Site survey</i> balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G .....	45
Figura 34: <i>Site survey</i> balneários Vila Nova e Atami antena 2415CPE no RouterOS.....	46
Figura 35: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia .....	47
Figura 36: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia antena WR-3454G.....	48
Figura 37: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia antena WR-3454G no RouterOS.....	49
Figura 38: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia antena 2415CPE .....	49
Figura 39: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia antena 2415CEP no RouterOS - antena omni .....	50
Figura 40: <i>Site survey</i> balneário Itatiaia antena 2415CEP no RouterOS - antena setorial.....	50
Figura 41: <i>Site survey</i> balneário Barrancos .....	52
Figura 42: <i>Site survey</i> balneário Barrancos antena WR-3454G.....	52
Figura 43: <i>Site survey</i> balneário Barrancos antena 2415CPE .....	53
Figura 44: <i>Site survey</i> balneário Barrancos antena 2415CPE no RouterOS .....	53
Figura 45: <i>Site survey</i> 5GHz ponto de embarque para a Ilha do Mel.....	54
Figura 46: <i>Site survey</i> 5GHz ponto de embarque com a antena airgrid M5.....	55
Figura 47: <i>Site survey</i> 5GHz ponto de embarque com a antena airgrid M5 - RouterOS .....	56
Figura 48: <i>Site survey</i> 5GHz ponto de embarque com a antena 5817CPE .....	56
Figura 49: <i>Site survey</i> 5GHz Pontal 2 .....	57
Figura 50: <i>Site survey</i> 5GHz Pontal 2 com a antena airgrid M5 .....	58
Figura 51: <i>Site survey</i> 5GHz Pontal 2 com a antena airgrid M5 - RouterOS.....	59
Figura 52: <i>Site survey</i> 5GHz Pontal 2 com a antena 5817CPE.....	59



Figura 53: <i>Site survey</i> 5GHz Pontal 2 com a antena 5817CPE - RouterOS.....	60
Figura 54: <i>Site survey</i> 5GHz balneários Vila Nova e Atami.....	60
Figura 55: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia.....	61
Figura 56: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5 .....	62
Figura 57: <i>Site survey</i> 5GHz Itatiaia com a antena airgrid M5 - RouterOS.....	63
Figura 58: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE .....	63
Figura 59: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE - RouterOS.....	64
Figura 60: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Barrancos .....	65
Figura 61: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5 .....	66
Figura 62: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5 - RouterOS.....	66
Figura 63: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE.....	67
Figura 64: <i>Site survey</i> 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE - RouterOS.....	67

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

Anatel	-	Agência Nacional de Telecomunicações
AP	-	<i>Access Point</i>
CCQ	-	<i>Client Connection Quality</i>
CPE	-	<i>Customer Premises Equipment</i>
dB	-	<i>Decibel</i>
dB <sub>i</sub>	-	<i>Decibel Isotropic</i>
dB <sub>m</sub>	-	<i>Decibel Miliwatt</i>
GHz	-	<i>Gigahertz</i>
GIS	-	<i>Geographic Information System</i>
Kbps	-	<i>Kilobits per second</i>
Km	-	Quilômetro
LOS	-	<i>Line of Sight</i>
MAC	-	<i>Media Access Control</i>
NLOS	-	<i>Non Line of Sight</i>
POE	-	<i>Power over Ethernet</i>
PZF	-	Primeira Zona de Fresnel
SSID	-	<i>Service Set IDentifier</i>
Tx/Rx	-	<i>Transmissor/ Receptor</i>
WAP2	-	<i>Wireless Application Protocol 2</i>
ZF	-	Zona de Fresnel

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.3	JUSTIFICATIVA .....	13
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	13
<b>2</b>	<b>A EMPRESA.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>SITE SURVEY.....</b>	<b>16</b>
3.1	LINHA DE VISÃO .....	16
3.2	VISUAL LOS .....	17
3.3	NLOS.....	18
3.4	ZONA DE FRESNEL .....	18
<b>4</b>	<b>EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS .....</b>	<b>21</b>
4.1	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	21
4.2	FERRAMENTAS UTILIZADAS .....	27
<b>5</b>	<b>AMBIENTE .....</b>	<b>30</b>
5.1	BALNEÁRIO PONTAL DO SUL .....	30
5.2	BALNEÁRIOS ATAMI E VILA NOVA .....	32
5.3	BALNEÁRIOS ATAMI E ITATIAIA.....	33
5.4	BALNEÁRIO BARRANCOS.....	34
<b>6</b>	<b>SITE SURVEY – OS TESTES .....</b>	<b>35</b>
6.1	SITE SURVEY 2.4GHZ.....	35
6.2	SITE SURVEY 5GHZ.....	54
6.3	BUSCANDO SOLUÇÃO .....	67
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
7.1	CONCLUSÃO.....	70
7.2	TRABALHOS FUTUROS/CONTINUAÇÃO DO TRABALHO .....	71
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido à carência do fornecimento de serviços de Internet de qualidade, na cidade de Pontal do Paraná, localizada no estado do Paraná, e pelo curto alcance do provedor de acesso à Internet via rádio, da Virtual Net Informática, faz-se necessário um *site survey* para verificar, qual a área exata de cobertura do provedor e o nível de qualidade.

Sendo assim, serão utilizados nos testes equipamentos de frequências de 2.4 e 5GHz, onde nas torres encontram-se instaladas quatro antenas setoriais que segundo a empresa OIW, trabalham na frequência de 2.4GHz com uma potência de 17dBi e abertura horizontal de 90°, também serão realizados testes com duas antenas *omni* de 15dBi da fabricante Aquário que trabalham na frequência de 2.4GHz e abertura horizontal de 360° e enfim, nas torres vamos testadas duas antenas *omni* da fabricante OIW que trabalham na frequência de 5GHz com potência de 12dBi e abertura horizontal de 360°.

As antenas usadas para os clientes são da frequência de 2.4 GHz, e será a antena 2415CEP do fabricante OIW, com potência de 15dBi, abertura vertical de 30° e horizontal de 35° e a antena do fabricante greatek modelo WR-3454° com 15dBi, abertura vertical de 30° e horizontal de 35°.

Na frequência de 5GHz será testada, para o uso dos futuros clientes, a antena 5817CPE do fabricante OIW com potência de 17DBi com abertura vertical de 23° e horizontal de 22° e a antena airgrid M5 do fabricante Ubiquiti com potência de 23dBi.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste presente trabalho é realizar um mapeamento do alcance do provedor de Internet via rádio, bem como a qualidade do sinal em alguns pontos na cidade de Pontal do Paraná – PR.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Promover um estudo sobre a tecnologia e wireless de radio utilizados pelo provedor Virtual Net Informática.

- Realizar o estudo da região atendida pelo provedor Virtual Net Informática como altimetria, e principais obstáculos.
- Desenvolver o survey nas regiões atendidas pelo provedor.
- Realizar um estudo de caso para demonstrar o funcionamento dos equipamentos nas regiões de interesse.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Este trabalho contempla as questões ligadas à realização de um *site survey*, para a ampliação de sinal do provedor de internet via radio já existente no município de Pontal do Paraná-Pr, para melhor atender as necessidades dos clientes conectados ao sinal disponível.

Segundo o Prof. José Maurício Santos Pinheiros, professor Universitário, Projetista e Gestor de Redes, membro da BICSI, Aureside, IEC (...) "O principal objetivo de um *site survey* é assegurar que o número, localização e configuração dos pontos de rede forneçam as funcionalidades requeridas e propiciem um desempenho compatível com o investimento proposto no projeto. Os procedimentos envolvidos na metodologia visam dimensionar adequadamente o local para a instalação dos equipamentos e cabos (redes estruturadas) ou de Pontos de Acesso (redes wireless), permitindo que todas as estações possam ter qualidade nas conexões e obtenham total acesso às aplicações disponíveis na rede." (...)

Através dos testes que serão realizados chegar-se-á conclusão da viabilidade de quais equipamentos é viável instalar, onde e como efetuar esta instalação com qualidade na conexão do sinal em rede.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura geral do trabalho de conclusão de curso é composta por oito capítulos que são constituídos pelos seguintes assuntos:

Capítulo 1: Introdução, aborda uma introdução geral sobre o assunto a ser tratado, bem como seus objetivos, justificativa sobre o tema e sua estrutura aqui apresentada

Capítulo 2: A empresa, trata de uma breve colocação sobre a empresa que é tema do projeto apresentado, explicando a situação atual e as metas a serem alcançadas com o projeto.

Capítulo 3: Site Survey, conceitua brevemente o projeto que será executado.

Capítulo 4: Equipamentos e Tecnologias Utilizados, mostra todos os equipamentos que serão utilizados no projeto, a utilização de cada um e em que situações utilizá-los, expõe também os softwares utilizados para facilitar a execução do projeto e as conclusões dos resultados.

Capítulo 5: Ambiente, descreve os locais onde serão realizados os testes do projeto e as condições naturais apresentadas.

Capítulo 6: Site Survey – Os testes, trata-se do projeto executado com equipamentos que trabalham com a frequência de 2.4GHz e 5GHz.

Capítulo 7: Considerações finais, descreve a conclusão do projeto apresentado a real situação do problema e suas possíveis soluções.

## 2 A EMPRESA

A empresa Virtual Net Informática iniciou suas atividades em setembro de 2010 a partir da necessidade da população de Pontal do Paraná, no Estado do Paraná, da prestação de serviço de fornecimento de internet banda larga de maior qualidade.

O provedor de acesso à internet via rádio Virtual Net está situada na Avenida Beira Mar, 1476, no balneário de Pontal do Sul na cidade de Pontal do Paraná, empresa licenciada pela Anatel com o número de estação 692652590 onde oferece planos de internet nas velocidades de 256Kbps e 512Kbps.

A Virtual Net Informática possui atualmente 160 clientes com alcance limitado há um raio de 6 km em função das árvores existentes próximo às residências, sendo que neste raio a área atendida não chega a 70% (setenta por cento) dos possíveis clientes, faz-se então necessária a realização de um *site survey*, para que o alcance chegue a 100% (cem por cento) dos possíveis clientes na área atendida pela empresa.

A figura 1 mostra a localização da empresa Virtual Net Informática:



**Figura 1: Localização Empresa Virtual Net Informática**

Fonte: <http://www.aguasdepontal.com.br>

### 3 SITE SURVEY

O *site survey* é uma inspeção minuciosa que se realiza em determinada área seja para melhoria na qualidade da rede *indoor* ou *outdoor* já existente, e até mesmo para verificação da melhor metodologia assim como ,tipos de equipamentos e como instalá-los, em uma nova rede, é uma ferramenta indispensável para detectar e ultrapassar problemas de performance após a implantação de uma nova infra-estrutura ou ampliação de uma rede. O principal objetivo de um *site survey* é assegurar que o número, localização e configuração dos pontos de rede forneçam as funcionalidades requeridas e propiciem um desempenho compatível com o investimento proposto no projeto.

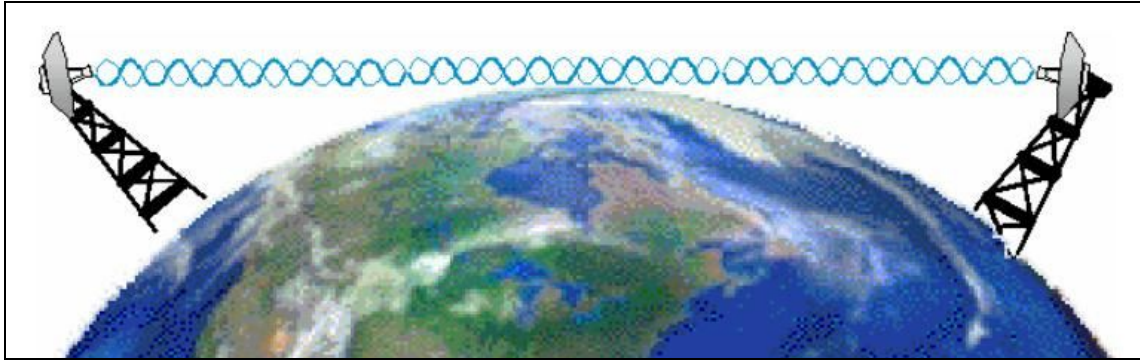
Alguns cuidados devem ser tomados na execução do *site survey* para que a implantação da rede *wireless* ocorra satisfatoriamente. O profissional responsável pelo projeto precisa estar atento aos detalhes porque uma coluna não apontada na documentação da edificação pode causar problemas de cobertura quando se tratar de um projeto *indoor*. No caso de projeto *outdoor* é necessário dar uma atenção especial à etapa de instalação das antenas, verificação do aterramento e do sistema de pára-raios da edificação.

O *site survey* é um procedimento altamente recomendável para que um projeto seja elaborado adequadamente e precursor da implementação de uma infra-estrutura de rede bem sucedida. Pode ter como objetivos desde a avaliação dos resultados obtidos com as melhorias da infra-estrutura da rede até a identificação e solução de problemas de implantação.

#### 3.1 LINHA DE VISÃO

O termo linha de visão, frequentemente abreviado por LOS (do inglês, *line of sight*) exibido na figura 2 é bastante fácil de entender: traça-se uma linha de A até B e, caso não exista nada no caminho, tem-se uma linha de visão, porém a linha de visão desaparece depois de uma distância de 9.700 metros devido à curva da superfície terrestre.



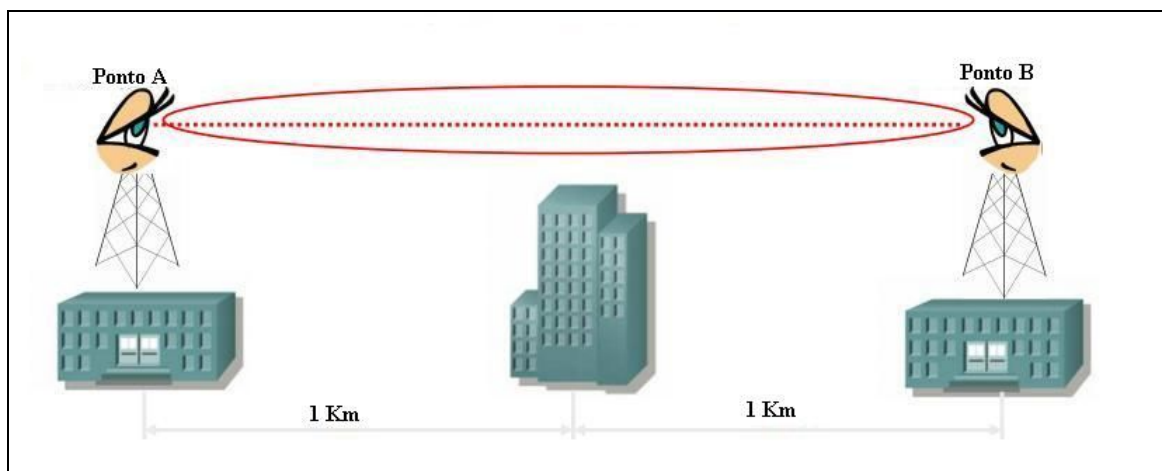


**Figura 2: Linha de Visão**

Fonte: Curso de Capacitação *Lato Censo* – Neylor Michel

### 3.2 VISUAL LOS

Visual LOS é quando a partir do ponto A consegue-se a olho nu enxergar o ponto B. A figura 3 vai mostrar o conceito:



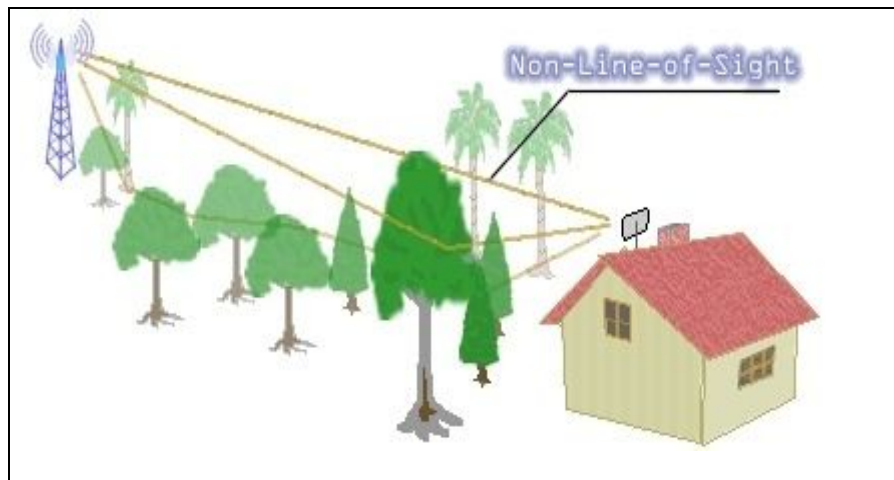
**Figura 3: Visual LOS**

Fonte: Curso de Capacitação *Lato Censo* – Neylor Michel

A figura 3 mostra que os pontos A e B estão a uma distância de 2 Km um do outro, sendo que entre eles existe um edifício que neste caso é um obstáculo, mas como os pontos A e B estão mais altos que o obstáculo a visão é direta e possível a olho nu, temos no exemplo um visual LOS.

### 3.3 NLOS

Entende-se por *non line of sight* quando não há visão entre um ponto A e B, ou seja, quando existe algum obstáculo impedindo a passagem entre o ponto transmissor de sinal e o receptor de sinal. A figura 4 mostra o conceito:



**Figura 4: NLOS**

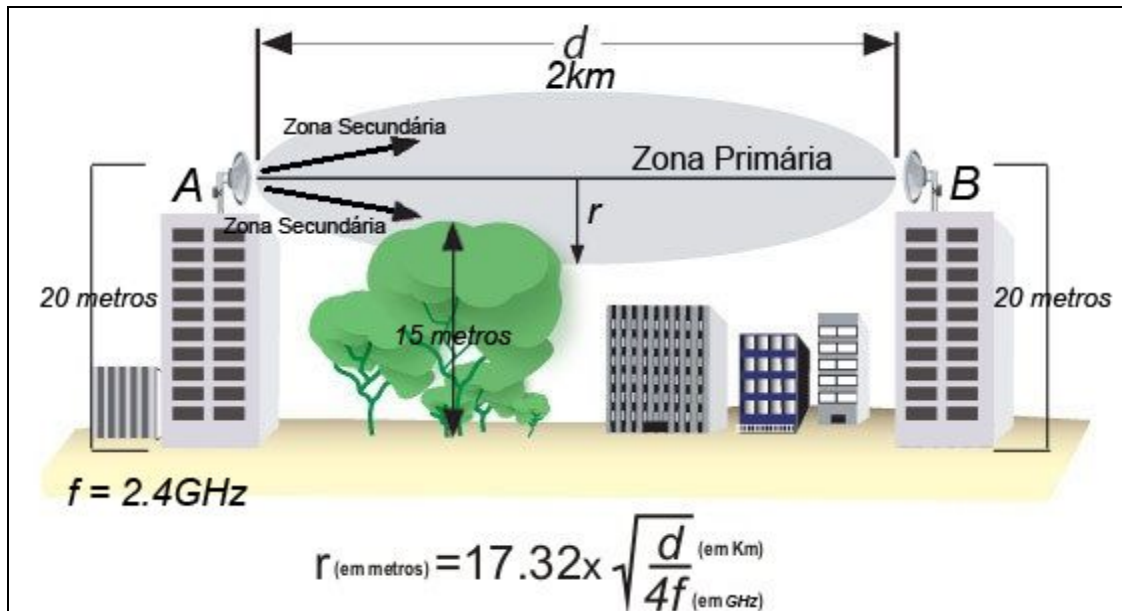
Fonte: <http://www.vivasemfio.com/blog/los-line-of-sight-e-nlos-non-line-of-sight/>

A figura 4 mostra que entre a antena transmissora de sinal *wireless* e o cliente que é receptor do sinal existe uma árvore impedindo a passagem do mesmo, neste caso é interessante procurar um ponto alternativo para a passagem do sinal.

### 3.4 ZONA DE FRESNEL

A teoria da zona de Fresnel considera a linha entre os pontos A e B em conjunto com todo o espaço no entorno dessa linha, que pode contribuir para que o sinal de A chegue com qualidade ao ponto B. Algumas ondas viajam diretamente do ponto A até o B, enquanto outras viajam em um caminho ao redor do eixo, a linha que viaja diretamente até o ponto B é chamado de zona primária, enquanto as outras são chamadas de zonas secundárias, a zona de Fresnel calcula a obstrução da linha primária que é a principal direção de propagação do sinal. Toda a vez que o obstáculo corresponde a um comprimento inteiro de onda, obtem-se uma interferência construtiva: o sinal é otimizado. Caso a área correspondente a zona de Fresnel esteja particularmente bloqueada por uma obstrução, como uma árvore ou um prédio, o sinal que chega à outra extremidade será reduzido. Em uma

conexão sem fio deve-se ter a certeza de que tais zonas se mantenham livres de obstruções. Claro, nada é sempre perfeito, então em redes wireless busca-se em uma desobstrução de cerca de 60% do raio da zona de Fresnel. A figura 5 detalha a zona de Fresnel e seu raio de obstrução:



**Figura 5: Zona de Fresnel**

Fonte: <http://www.novanetwork.com.br/suporte/calculos/fresnel.php>

A figura 5 exibe um obstáculo entre os pontos A e B onde será necessário um cálculo para ver se a obstrução chega a 60% do sinal comprometendo assim a qualidade da transmissão e recepção do mesmo, também é apresentada a fórmula onde  $r$  é o raio da zona de Fresnel a ser calculada,  $d$  é a distância entre as antenas A e B, a altura de ambas as antenas é de 20 metros e a frequência utilizada é de 2.4GHz.

Como exemplo será realizado o cálculo da zona de Fresnel da figura 5:

Para efetuar o cálculo da primeira zona Fresnel utiliza-se a seguinte fórmula, na fórmula a raiz quadrada será substituída pela abreviação sqrt que corresponde a *square root*:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((2) / (4*2,4)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (2 / 9,6) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt}(0,208) \quad \dots(4)$$

$$r = 7,75 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

O raio apresentado como resultado no exemplo é de 7,75 metros, como as antenas estão a 20 metros de altura subtraindo o raio da zona pela altura das antenas chega-se a conclusão de que a zona de Fresnel está a 12,25 metros de altura do chão, um obstáculo que tenha uma altura maior como a árvore da figura 5 certamente deve interferir no sinal. O próximo passo é mostrar qual a altura máxima que um obstáculo pode ter para não comprometer a zona de Fresnel em mais de 60%.

$$r = 0,6 * 7,75 \quad \dots(1)$$

$$r = 4,65 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Subtraindo 4,65 metros de 20 metros, observa-se que um obstáculo não pode ter mais de 15,35 metros de altura, ou passará a comprometer a transmissão e recepção do sinal entre os pontos A e B apresentado na figura 5, o que logo deve acontecer na ilustração apresentada já que a árvore tem 15 metros e deve crescer futuramente.

Sabendo que a ZF está a 12,25 metros de altura do chão, que a árvore da figura 5 tem 15 metros e o raio da ZF é de 7,75 já é possível calcular o percentual de obstrução que a árvore atinge. Subtraindo 12,25 de 15 metros temos o total da obstrução, agora basta saber quanto 2,75 representa em por cento de 7,75 que é o tamanho do raio, isto se calcula com uma regra de três:

$$2,75 \longrightarrow X \quad \dots(1)$$

$$7,75 \longrightarrow 100 \quad \dots(2)$$

O resultado desta expressão é 35,5% que corresponde à obstrução mostrada na figura 5.

Em cada *site survey* deste projeto será apresentado o resultado do respectivo cálculo da zona de Fresnel.

## 4 EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A seguir serão apresentados os equipamentos e as tecnologias que serão utilizadas no presente projeto.

### 4.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Através dos equipamentos utilizados nos testes trabalhamos nas frequências de 2.4 e 5GHz, onde nas torres encontram-se instaladas quatro antenas setoriais OIW-2417P090H que segundo a empresa OIW, trabalham na frequência de 2.4GHz. Iremos realizar testes com duas antenas *omni* MM-2415o da fabricante Aquário que trabalham na frequência de 2.4GHz e por fim, nesta perspectiva as torres a serem testadas duas antenas *omni* da fabricante OIW-5812OV, que trabalham na frequência de 5GHz.

As antenas usadas como clientes na frequência de 2.4GHz serão a antena 2415CPE do fabricante OIW e a antena do fabricante Greatek modelo WR-3454G.

Na frequência de 5GHz será testada a antena 5817CPE do fabricante OIW e a antena Airgrid M5 do fabricante Ubiquiti.

A seguir serão apresentados detalhes sobre as antenas citadas acima:

#### 4.1.1 ANTENA SETORIAL OIW-2417P090H

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 1587-08-3982, a antena setorial OIW-2417P090H possui um ganho de 17dBi, trabalhando com abertura horizontal de 90° e abertura vertical de 6,5°, possui formato plano e amplo geralmente de plástico para transmissão de dados via rádio, com a finalidade de acessar a internet por banda larga, com alcance de sinal de 8 Km.

A figura 6 mostra a antena setorial utilizada na torre principal da empresa Virtual Net Informática.



**Figura 6: Antena Setorial OIW2417P090H**

Fonte: <http://www.oiwtech.com.br>

Esta antena setorial é fabricada especialmente para ambientes outdoors para provedores, não sendo usada como cliente. Na Virtual Net informática ela é utilizada na torre principal e na repetidora do balneário Atami.

#### 4.1.2 ANTENA OMNI MM-2415o

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 0784-08-2250 a antena *omni* MM-2415o possui um ganho de 15dBi, trabalha com abertura vertical de 360°.Esta antena possui um alcance de sinal de 3 Km.

A figura 7 mostra a antena *omni* MM-2415o, utilizada pela empresa Virtual Net Informática.



**Figura 7: Antena omni MM-2415o**

Fonte: <http://www.aquario.com.br>

Esta antena *omni* é fabricada especialmente para ambientes *indoors* ou *outdoors*, tanto para provedores ou clientes. Na Virtual Net informática ela é utilizada nas repetidoras dos balneários Vila Nova e Atami.

#### 4.1.3 ANTENA OMNI OIW-5812OV

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 0147-11-4592 a antena *omni* OIW-5812OV possui um ganho de 12dBi, trabalha com abertura vertical de 360°. Esta antena possui um alcance de sinal de 3 Km.

A figura 8 mostra a antena *omni* OIW-5812OV utilizada pela empresa Virtual Net Informática.



**Figura 8: Antena omni OIW-5812OV**

Fonte: <http://www.oiw.com.br>

Esta antena *omni* é fabricada especialmente para ambientes *indoors* ou *outdoors* para provedores ou clientes. Na Virtual Net informática ela será utilizada no projeto de *site survey* para verificar a viabilidade de sua instalação na torre principal e nas repetidoras dos balneários Vila Nova e Atami.

#### 4.1.4 ANTENA CPE 2415CPE

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 0104-10-4592 a antena 2415CPE possui um ganho de 15dBi, abertura vertical de 30°, e horizontal de 35°. Esta antena possui um alcance de sinal de 8 Km e trata-se de uma antena que já vem com roteador

e antena integrados, alimentados por fonte POE, é utilizada em 95% dos clientes da Virtual Net.

A figura 9 mostra a antena 2415CPE utilizada pela empresa Virtual Net Informática.



**Figura 9: Antena 2415CPE**

Fonte: <http://www.oiw.com.br>

Esta antena é fabricada para ambientes *outdoors* de ponto a ponto e ou em clientes. Na Virtual Net informática ela é utilizada somente como solução para os clientes.

#### 4.1.5 ANTENA WR-3454G

Homologada pela Anatel, a antena WR-3454G possui um ganho de 15dBi, abertura vertical de 30° e horizontal de 35° possuindo um alcance de sinal de 8 Km. Trata-se de uma antena que já vem com roteador e antena integrados, alimentados por fonte POE, é utilizada em 3% dos clientes da Virtual Net.

A figura 10 mostra a antena WR-3454G utilizada pela empresa Virtual Net Informática:





**Figura 10: Antena WR-3454G**

Fonte: <http://www.greatek.com.br>

Esta antena é fabricada para ambientes *outdoors* de ponto a ponto também utilizada para instalar na casa dos clientes. Na Virtual Net informática ela é utilizada somente como solução para os clientes.

#### 4.1.6 ANTENA CPE 5817CPE

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 2296-11-4592, a antena 5817CPE possui um ganho de 17dBi, com abertura vertical de 23° e horizontal de 22°. Possuindo um alcance de sinal de 10 Km, a antena já vem com roteador e antena integrados, alimentados por fonte POE.

A figura 11 mostra a antena 5817CPE:



**Figura 11: Antena 5817CPE**

Fonte: <http://www.oiw.com.br>

Esta antena é fabricada para ambientes *outdoors* de ponto a ponto, para ser instalada nas casas dos clientes. Na Virtual Net informática ela será utilizada no projeto de *site survey*, para verificar a viabilidade de sua instalação como cliente na frequência 5GHz.

#### 4.1.7 ANTENA AIRGRID M5

Homologada pela Anatel sobre o número de registro 2060-11-5966 a antena *airgrid M5* possui um ganho de 23dBi, abertura horizontal e vertical de 43°. Possuindo um alcance de sinal de 30 Km, a antena já vem com roteador e antena integrados, alimentados por fonte POE.

A figura 12 mostra a antena *airgrid M5*:



**Figura 12: Antena airgrid M5**

Fonte: <http://www.ubnt.com/airgrid>

Esta antena é fabricada para ambientes *outdoors* de ponto a ponto, ou para clientes. Na Virtual Net informática é usada para as antenas repetidoras da Vila Nova e do Atami Sul e também como cliente para uma empresa.

A tabela 1 apresenta um resumo das antenas a serem utilizadas:

Antena	Frequência (GHz)	Potência (DBi)	Polarização	Tipo
OIW-2417P090H	2.4	17	Horizontal	Setorial
MM-2415o	2.4	15	Vertical	Omni
OIW-5812OV	5	12	Vertical	Omni
2415CPE	2.4	15	Adaptativa	CPE
WR-3454G	2.4	15	Adaptativa	Setorial
5817CPE	5	17	Adaptativa	CPE
Airgrid M5	5	23	Adaptativa	Grade

**Tabela 1: Dados dos equipamentos utilizados**

Fonte: Própria

## 4.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

### 4.2.1 RouterOS

O RouterOS versão 3.13 é um Sistema Operacional desenvolvido pela Mikrotik (<http://www.mikrotik.com>) usado para gerenciar e configurar as Routerboards. Com o RouterOS pode-se configurar roteadores, hotspots, controle de banda, firewall, proxy.

Para a administração do RouterOS utiliza-se o *Winbox*<sup>1</sup>.

A figura 13 mostra a tela utilizada para análises do sinal e antenas conectadas:

---

<sup>1</sup> Winbox: Programa desenvolvido para a plataforma Windows, que permite a administração de um RouterOS de forma remota. Ideal para monitoramento e configuração.

fernando@192.168.1.10 (Virtual1) - WinBox v3.13 on RB433 (mipsbe)

4d 04:13:32 Memory:108.2 MB CPU:4% Hide Passwords

Wireless Tables

Interfaces Nstreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles

Reset Find

MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal Strength (dBm)	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
<b>VirtualNet-1</b>									
00:23:CD:C1:CC:65	VirtualNet-1	23:01:53	no	no	0.000	-71 68/0		5.5Mbps-SP/11Mbps	Fabiano da Silva
08:10:74:86:40:64	VirtualNet-1	00:28:19	no	no	0.000	-52 86/0		11Mbps-SP/11Mbps	Oswaldo Silva kiti...
78:44:76:03:35:22	VirtualNet-1	00:09:09	no	no	1.070	-73 89/0		11Mbps-SP/5.5Mbps	Adivair
00:15:6D:1E:1A:7E	VirtualNet-1	2d 23:59:...	no	no	4.250	-75 92/77		11Mbps-SP/11Mbps-SP	Magda Amorin Ca...
08:10:74:3F:A8:B4	VirtualNet-1	1d 04:37:...	no	no	0.000	-64 94/0		11Mbps-SP/11Mbps	andrea crstini (lea...
08:10:74:3E:C2:C4	VirtualNet-1	00:01:18	no	no	0.050	-58 94/0		11Mbps-SP/11Mbps	Gabriela Silva de ...
78:44:76:03:32:EC	VirtualNet-1	1d 05:46:...	no	no	6.980	-70 95/0		11Mbps-SP/5.5Mbps	candeias
00:23:CD:C1:D5:F9	VirtualNet-1	3d 00:27:...	no	no	7.980	-72 96/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	flavia bulow
78:44:76:00:5B:28	VirtualNet-1	00:17:36	no	no	5.940	-50 96/0		11Mbps-SP/11Mbps	Rogério Cordeiro
00:15:6D:1E:7F:74	VirtualNet-1	4d 04:13:...	no	no	0.000	-64 96/85		11Mbps-SP/11Mbps-SP	Edmilson
78:44:76:03:33:96	VirtualNet-1	01:38:12	no	no	0.110	-65 98/0		11Mbps-SP/11Mbps	Candido SA
<b>VirtualNet-2</b>									
08:10:74:78:18:6E	VirtualNet-2	00:12:41	no	no	1.920	-82 54/0		5.5Mbps-SP/5.5Mbps	Maria Roseli
78:44:76:03:33:98	VirtualNet-2	00:12:18	no	no	1.220	-84 56/0		11Mbps-SP/11Mbps	Marinilse
00:23:CD:C1:D4:CF	VirtualNet-2	02:19:04	no	no	2.060	-86 65/0		11Mbps-SP/1Mbps	Ana Paula
00:23:CD:C1:C1:95	VirtualNet-2	22:44:19	no	no	0.040	-79 74/0		5.5Mbps-SP/1Mbps	Jair Campos
78:44:76:0F:66:90	VirtualNet-2	06:25:05	no	no	10.110	-79 78/0		11Mbps-SP/11Mbps	Ércio
00:23:CD:C1:C6:A5	VirtualNet-2	00:06:34	no	no	0.130	-74 86/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	maria ines
08:10:74:3F:66:4A	VirtualNet-2	4d 04:13:...	no	no	1.500	-70 89/0		11Mbps-SP/11Mbps	Vanessa Calmo
00:23:CD:C1:D6:15	VirtualNet-2	04:23:53	no	no	2.970	-71 95/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	abegail
00:23:CD:C1:D1:C1	VirtualNet-2	1d 01:15:...	no	no	0.610	-62 96/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	eliane mar azul
78:44:76:03:0D:32	VirtualNet-2	10:42:53	no	no	1.470	-67 97/0		11Mbps-SP/11Mbps	greicy kelly
78:44:76:0F:7D:5E	VirtualNet-2	00:48:44	no	no	6.780	-74 97/0		11Mbps-SP/11Mbps	Maria Lucia
00:23:CD:C1:CE:73	VirtualNet-2	1d 01:57:...	no	no	7.040	-72 98/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	Fernanda
78:44:76:03:22:2C	VirtualNet-2	10:18:04	no	no	3.240	-78 98/0		11Mbps-SP/5.5Mbps	Jordana
08:10:74:77:F1:D4	VirtualNet-2	4d 04:13:...	no	no	1.990	-71 100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Rafaela Lippel
08:10:74:3F:AC:32	VirtualNet-2	4d 04:13:...	no	no	0.020	-46 100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Oswaldo lado corr...
78:44:76:02:A6:06	VirtualNet-2	09:05:19	no	no	3.400	-51 100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Rest. Bom Porto
78:44:76:03:1D:56	VirtualNet-2	01:49:59	no	no	0.400	-53 100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Pardal
<b>VirtualNet-3</b>									
00:10:74:30:73:33	VirtualNet-3	00:04:03	no	no	0.000	-77 61/0		11Mbps-SP/5.5Mbps	Daniel Roberto

38 items

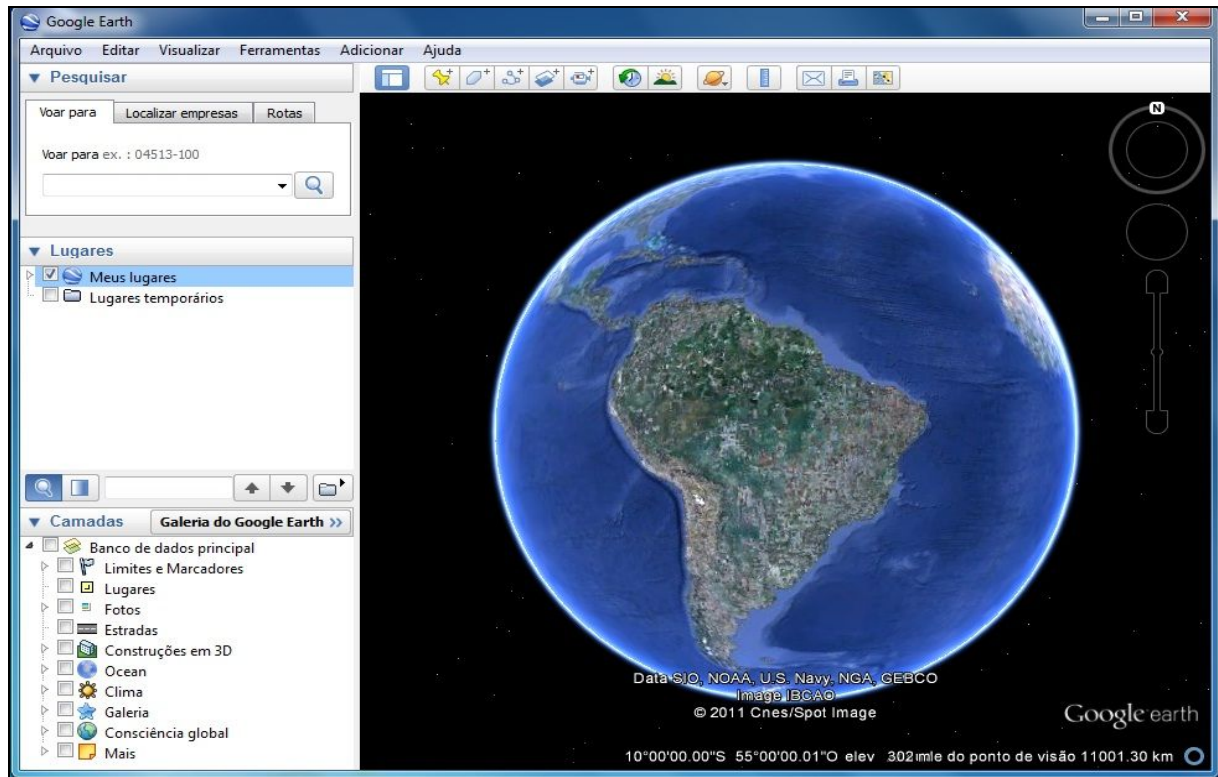
Figura 13: RouterOS

O campo *MAC Address* mostra o endereço MAC do rádio conectado à antena do provedor, o campo *Interface* mostra em qual antena o cliente está conectado, o *Uptime* mostra à quanto tempo o cliente está conectado, o *Signal Strength (dBm)* mostra a intensidade do sinal de conexão do cliente em dBm sendo que quanto menor o número negativo (-) melhor é o sinal apresentado, o campo *CCQ (%)* mostra a qualidade de conexão da antena do cliente em porcentagem, a *Tx/Rx Rate* mostra a taxa de transmissão e recepção de dados de cada antena e finalmente o *Comment* que serve para comentário onde no caso é utilizado para identificar a qual cliente pertencem os dados anteriormente descritos.

#### 4.2.2 GOOGLE EARTH

O Google Earth é um software cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite obtidas de fontes diversas, imagens aéreas.

Neste projeto ele foi utilizado para ajudar no mapeamento das áreas onde os testes serão realizados. A figura 14 mostra o Google Earth:



**Figura 14: Google Earth**

## 5 AMBIENTE

O *site survey* será realizado nos balneários de Pontal do Sul, Atami e Barrancos, localizados na cidade de Pontal do Paraná, no estado do Paraná, onde está localizada e atende a empresa Virtual Net Informática. Os testes serão realizados em um raio de 6 Km da empresa, até o balneário Barrancos, em um raio de 2Km de Pontal 2 ,até a empresa. Finalmente em um raio de 2 Km, do ponto de embarque para a Ilha do Mel, até a empresa Virtual Net Informática.

A figura 15 mostra o ambiente de testes:

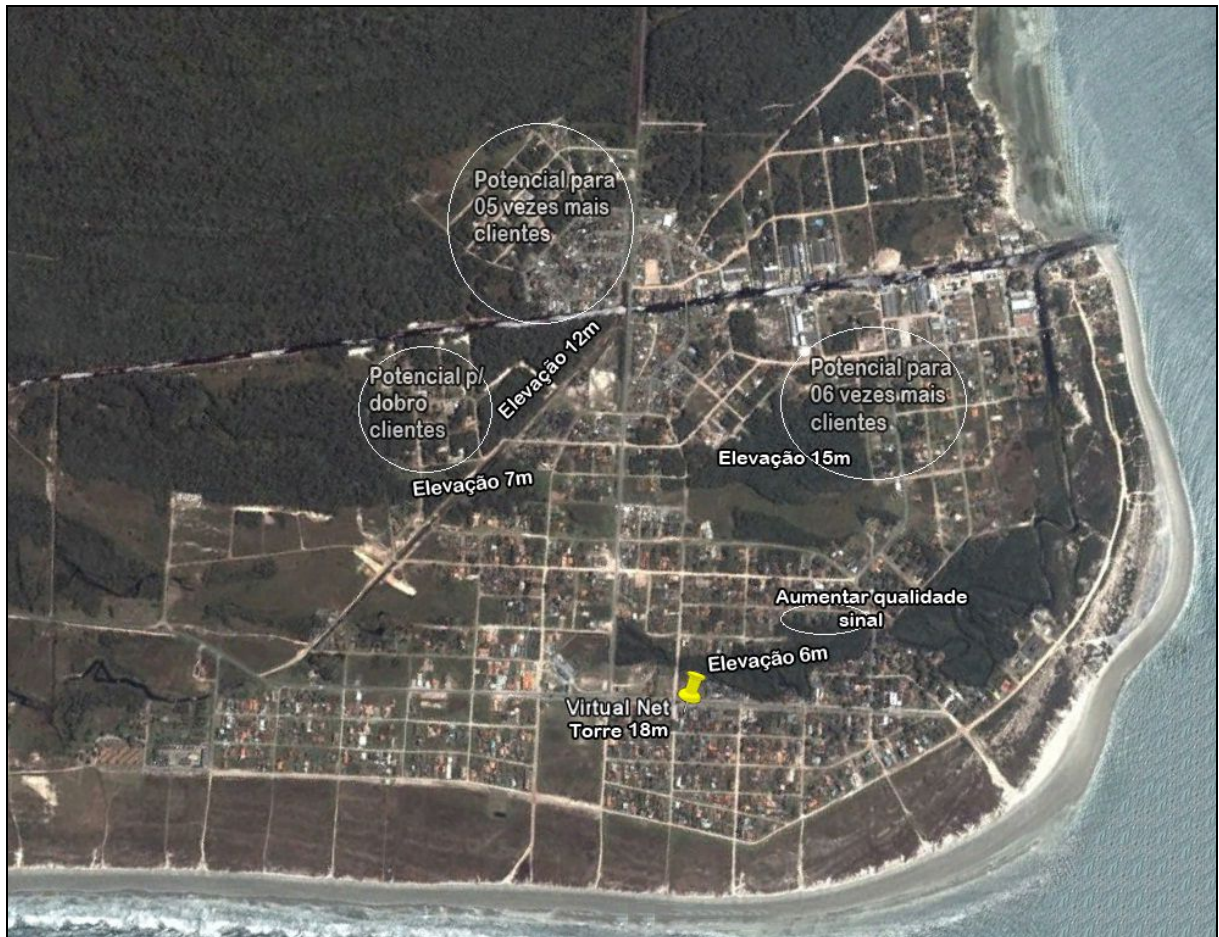


Figura 15: Ambiente *site survey*

### 5.1 BALNEÁRIO PONTAL DO SUL

No balneário de Pontal do Sul é onde está instalada a torre principal que possui 18 metros de altura. Este balneário é onde as maiores complicações, por se tratar de um lugar extenso e ter vários mangues em seu interior, com árvores com altura aproximada a 15 metros. Aqui encontra-se o primeiro problema a ser resolvido, observa-se na figura 16 que a torre não

tem altura suficiente . Foi necessário então, estudar qual altura que a torre deve e onde for instalá-la. A figura 16 mostra detalhes do ambiente de Pontal do Sul:



**Figura 16: Balneário Pontal do Sul**

Na figura 16 a localização da loja é marcada com o ponto amarelo. Cerca de 50 metros à frente, existe um mangue, com árvores com altura média de 6 metros impedindo a passagem do sinal para casas, que ficam atrás anexas ao mangue. Dessa forma, é necessário aumentar um pouco a qualidade do sinal, pois 500 metros à direita, existe um bosque com árvores que chegam próximo a 15 metros de altura, impedindo a passagem do sinal para uma área com potencial para trinta clientes, onde só foi possível fornecer sinal para quatro clientes. À esquerda, existe um bosque com árvores com média de 7 metros de altura, que impediu a instalação para dois clientes. E pouco a direita deste bosque, existe um dos maiores problemas, pois além de o bosque possuir árvores com cerca de 12 metros de altura, ali já foram perdidos seis clientes e tendo atualmente três clientes, para o potencial é de pelo menos quinze clientes.

## 5.2 BALNEÁRIOS ATAMI E VILA NOVA

No Balneário Atami praticamente não existem problemas quanto as instalações, por não haver praticamente árvores e normas contratuais. No mesmo não pode haver construções que passem a altura de 12 metros. Deste modo, foi feita a instalação de uma repetidora no balneário Vila Nova, que fica anexo ao balneário Atami, está há uma altura de 15 metros, e até hoje não houve problemas quanto o sinal em ambos os balneários. A figura 17 mostra os balneários Atami e Vila Nova:



**Figura 17: Balneários Vila Nova e Atami**

O maior obstáculo fica a cerca de 200 metros da repetidora, onde existe um pequeno bosque com árvores que tem cerca de 10 metros de altura, mas não chega a ser problema, já que em sua grande maioria, as residências do Atami são sobrados e ultrapassam este obstáculo.



### 5.3 BALNEÁRIOS ATAMI E ITATIAIA

O Balneário Atami é onde se encontra outra repetidora do provedor. Nesta repetidora que possui 18 metros de altura, estão instaladas uma antena *omni* Aquário de 15dBi e uma antena setorial de 17dBi e estão cadastrados setenta clientes. Neste balneário praticamente não existem problemas, o *site survey* aqui será para definir quais equipamentos instalar ao migrar para a frequência de 5GHz. No balneário Itatiaia existe a necessidade de verificação de um equipamento que possa ser menos sensível à barreiras, por causa das árvores existentes e também equipamentos a se instalar, ao migrar para a frequência de 5GHz.

A figura 18 mostra detalhes dos problemas a serem superados:



Figura 18: Balneários Itatiaia e Atami

O balneário Itatiaia é um balneário menor, com cerca de 300 metros de largura, onde possui várias residências, e a presença de uma única árvore poderá problematizar o sinal de vários clientes. Apesar destes impedimentos, não se verificou grandes problemas quanto ao sinal, porém existe a necessidade de verificar barreiras, para a implantação de sistema de frequência 5GHz.

#### 5.4 BALNEÁRIO BARRANCOS

O balneário Barrancos possui cerca de 200 habitantes, localizado a 1,1 km da repetidora do balneário Atami, e existem ali algumas obstáculos , por isso deixamos de atender três clientes , pois não obtivemos sinal de internet com qualidade neste local.

A figura 19 mostra detalhes das barreiras:



**Figura 19: Balneário Barrancos**

Na frente do balneário existe um bosque com árvores aproximadamente de 13 metros de altura, a maioria dos moradores possuem casa térrea, o que em alguns pontos impossibilita a instalação do sinal da internet. Em frente à rodovia existe uma pequena barreira , árvores medindo por volta de 12 metros de altura, as mesmas não são muito densas, o que facilita a passagem do sinal.

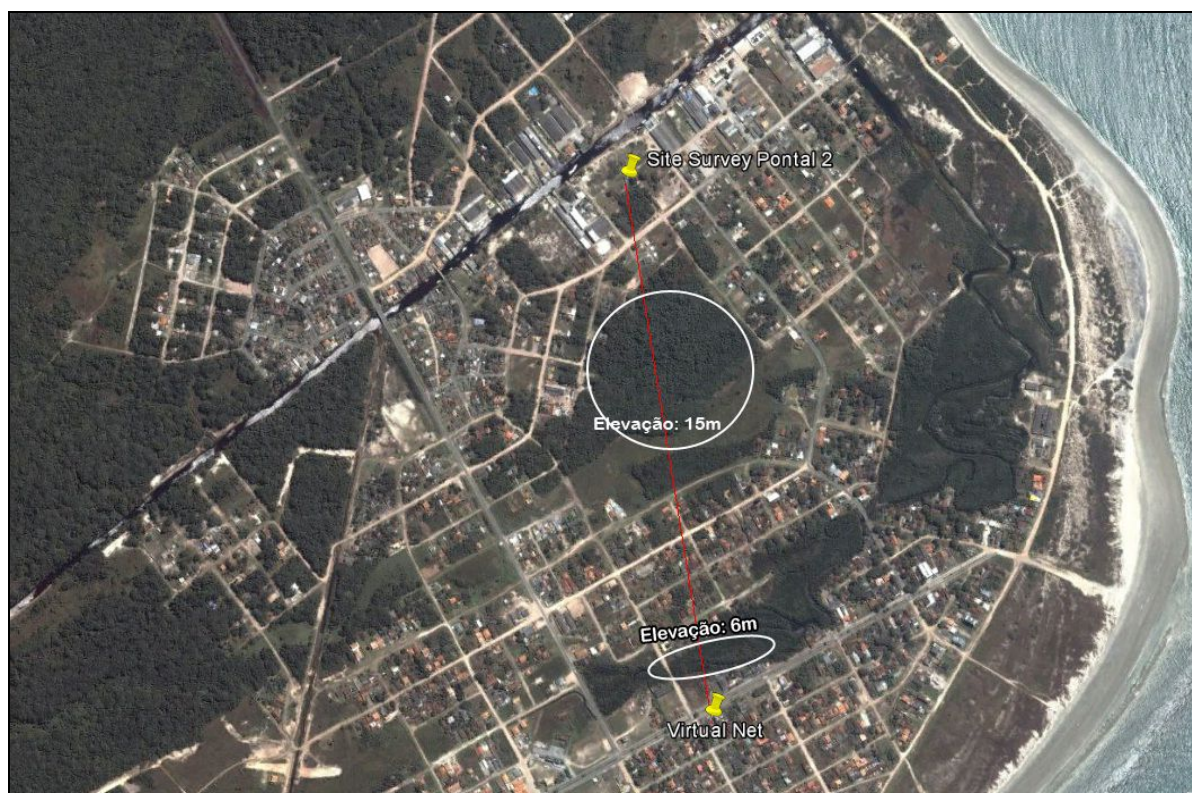
## 6 SITE SURVEY – OS TESTES

A seguir, serão apresentados os procedimentos e testes realizados para chegar a solução do problema proposto. Os testes serão inicialmente realizados com antenas que trabalham na frequência de 2.4GHz e 5GHz.

### 6.1 SITE SURVEY 2.4GHZ

#### 6.1.1 BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PONTO DE EMBARQUE

O balneário de Pontal do Sul foi dividido em duas partes: a parte onde fica o ponto de embarque para a Ilha do Mel e a parte chamada de Pontal 2. O início dos testes iniciou no ponto de embarque para a Ilha do Mel, por se tratar de um grande obstáculo e de difícil qualidade no sinal. A figura 20 mostra o ponto exato onde os testes foram realizados:



**Figura 20:** Site survey ponto de embarque para a Ilha do Mel

Como mostra a figura 20, logo à frente da empresa tem um obstáculo que tem cerca de 6 metros a ser superado, e a 500 metros, existe um bosque com árvores de

aproximadamente 15 metros para ser superado, além da localização do teste ser em uma residência, onde existem diversas árvores. O local dos testes fica há uma distância de um 1.200 metros do provedor e não há visada nenhuma para a torre principal o que caracteriza um NLOS. As antenas utilizadas neste teste foram levantadas inicialmente a uma altura de 6 metros não encontrando nenhum rastro de sinal do provedor Virtual Net, sendo levantada a 9 metros o sinal oscilava entre nada e 1dB, os resultados apresentados foram obtidos quando levantadas as antenas à uma altura de 12 metros. A seguir foram realizados os cálculos da zona de Fresnel para o primeiro teste:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*2,4)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 9,6) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (0,125) \quad \dots(4)$$

$$r = 6,12 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

O raio apresentado como resultado é de 6,12 metros, como as antenas da torre principal estão a 18 metros de altura e a antena do ponto de teste está a 12 metros de altura, foi considerado a altura média do raio da zona de Fresnel sendo que está é de 15 metros, subtraindo então o raio da zona pela altura média das antenas chega-se a conclusão de que a zona de Fresnel está a 8,88 metros de altura do chão. O cálculo a seguir tem como resultado a altura máxima que um obstáculo pode ter para não comprometer a zona de Fresnel em mais de 60%.

$$r = 0,6 * 6,12 \quad \dots(1)$$

$$r = 3,67 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Subtraindo 3,67 metros de 15 metros, observa-se que um obstáculo não pode ter mais de 11,33 metros de altura, como a 500 metros do ponto de A de transmissão que é a torre principal existe um obstáculo que chega a 15 metros de altura neste caso a zona de Fresnel está com 100% de obstrução o que compromete totalmente a integridade do sinal.

A seguir são apresentados os resultados práticos do teste:

**greatek** WR-3454G 54M Wireless Router

54M Wireless Router  
Model No.: WR-3454G

AP List

AP Count: 4

ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	00-0B-6B-20-C7-9E	VirtualNet-2	10 dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
2	00-0B-6B-20-C7-1A	VirtualNet-1	3 dB	8	OFF	<a href="#">Connect</a>
3	02-0B-6B-20-C7-1A	VirtualNet-(41)3457-5732	3 dB	8	OFF	<a href="#">Connect</a>
4	[REDACTED]	[REDACTED]	13 dB	6	ON	<a href="#">Connect</a>

Figura 21: Site survey ponto de embarque antena WR-3454G

A figura 21 mostra o teste realizado com a antena WR-3454G, onde foram encontrados quatro AP's, um destes particular e os três outros da Virtual Net Informática. Onde um deles é um AP virtual, utilizado somente para propaganda, portanto o mesmo foi desconsiderado nos testes, restando assim os AP's físicos VirtualNet-1 e VirtualNet-2 que são duas antenas setoriais OIW-2417P090. A VirtualNet-2 apresentou o melhor sinal com 10dB de intensidade, o que equivale a aproximadamente 11% de sinal, isto por estar dentro do ângulo de 90° graus de abrangência da antena setorial. Apesar do sinal fraco, houve estabilidade, sendo possível conectar-se a torre, mas sem muita qualidade.

A figura 22 mostra o resultado do teste no RouterOS:

fernando@192.168.1.10 (Virtual1) - WinBox v3.13 on RB433 (mipsbe)

Wireless Tables

name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last ...	Sign...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
t-1	08:10:74:3F:A8:B4	VirtualNet-1	2d 08:45:...	no	no	4.370	-69 98/0	11Mbps-SP/11Mbps		andrea cristini (lear
	00:23:CD:C1:CC:65	VirtualNet-1	1d 23:39:...	no	no	0.010	-75 97/0	11Mbps-SP/11Mbps-SP		Fabiano da Silva
	78:44:76:03:32:EC	VirtualNet-1	01:25:06	no	no	2.010	-73 99/0	11Mbps-SP/11Mbps		candela
	78:44:76:0F:7A:56	VirtualNet-1	00:14:27	no	no	0.010	-57 87/0	11Mbps-SP/11Mbps		Osvaldo 2
	08:10:74:3E:C2:C4	VirtualNet-1	00:03:11	no	no	6.700	-61 93/0	11Mbps-SP/11Mbps		Gabriela Silva de F
	08:10:74:86:40:64	VirtualNet-1	00:02:56	no	no	0.820	-58 84/0	11Mbps-SP/11Mbps		Osvaldo Silva kitin
	78:44:76:00:58:28	VirtualNet-1	00:02:08	no	no	1.380	-54 89/0	11Mbps-SP/11Mbps		Rogério Cordeiro
son	00:15:6D:1E:7F:74	VirtualNet-1	19:20:32	no	no	0.590	-71 94/100	11Mbps-SP/11Mbps-SP		Edmilson
la.am...	00:15:6D:1E:1A:7E	VirtualNet-1	4d 11:27:...	no	no	3.530	-73 93/98	11Mbps-SP/11Mbps-SP		Magda Amorin Car
t-2	08:10:74:3F:66:44	VirtualNet-2	4d 11:27:...	no	no	0.250	-71 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Vanessa Calmo
	08:10:74:3F:AC:32	VirtualNet-2	4d 11:27:...	no	no	3.970	-43 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Osvaldo lado corre
	78:44:76:00:5B:32	VirtualNet-2	2d 10:11:...	no	no	5.880	-77 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Bocao
	00:23:CD:C1:D1:C1	VirtualNet-2	1d 06:41:...	no	no	0.000	-61 95/0	11Mbps-SP/11Mbps-SP		eliane mar azul
	78:44:76:03:22:2C	VirtualNet-2	21:18:21	no	no	0.920	-73 98/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		Jordana
	00:23:CD:C1:D4:CF	VirtualNet-2	00:51:12	no	no	9.230	-86 68/0	11Mbps-SP/5.5Mbps-SP		<b>SITE SURVEY</b>
	00:23:CD:C1:CF:95	VirtualNet-2	07:35:32	no	no	0.110	-79 93/0	11Mbps-SP/5.5Mbps-SP		Jair Campos
	78:44:76:0F:66:90	VirtualNet-2	07:25:06	no	no	8.790	-77 93/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		Ercio
	08:10:74:3D:77:22	VirtualNet-2	03:26:34	no	no	5.290	-79 83/0	11Mbps-SP/11Mbps		Marinise
	08:10:74:77:F1:D4	VirtualNet-2	03:18:21	no	no	8.920	-63 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Rafaela Lippel
	00:23:CD:C1:CE:73	VirtualNet-2	02:09:48	no	no	3.710	-71 96/0	11Mbps-SP/1Mbps		Fernanda
	78:44:76:03:1F:5A	VirtualNet-2	01:41:59	no	no	9.680	-74 97/0	11Mbps-SP/11Mbps		Fabiola Marques
	78:44:76:02:A6:06	VirtualNet-2	00:59:23	no	no	0.000	-50 94/0	11Mbps-SP/11Mbps		Rest. Bom Porto
	78:44:76:0F:7D:5E	VirtualNet-2	00:06:48	no	no	6.160	-70 98/0	11Mbps-SP/11Mbps		Maria Lucia
	00:1A:EF:10:0E:0A	VirtualNet-2	00:01:19	no	no	0.150	-70 97/0	11Mbps-SP/11Mbps		Tito

Figura 22: Site survey ponto de embarque antena WR-3454G no RouterOS

A figura 22 que o sinal da conexão apesar de baixa, está estável, constata-se 51 minutos sem queda. O sinal está fraco, a conectado a -86dBm de intensidade. Porém a qualidade está em 68%: vê-se a qualidade esta mostrada no campo CCQ, a transmissão de dados em 11Mbps/5.5Mbps o que mostra a estabilidade do sinal.

Após os testes com a antena WR-3454G, foi então realizado o teste com a antena 2415CPE e a figura 23 mostra o resultado:



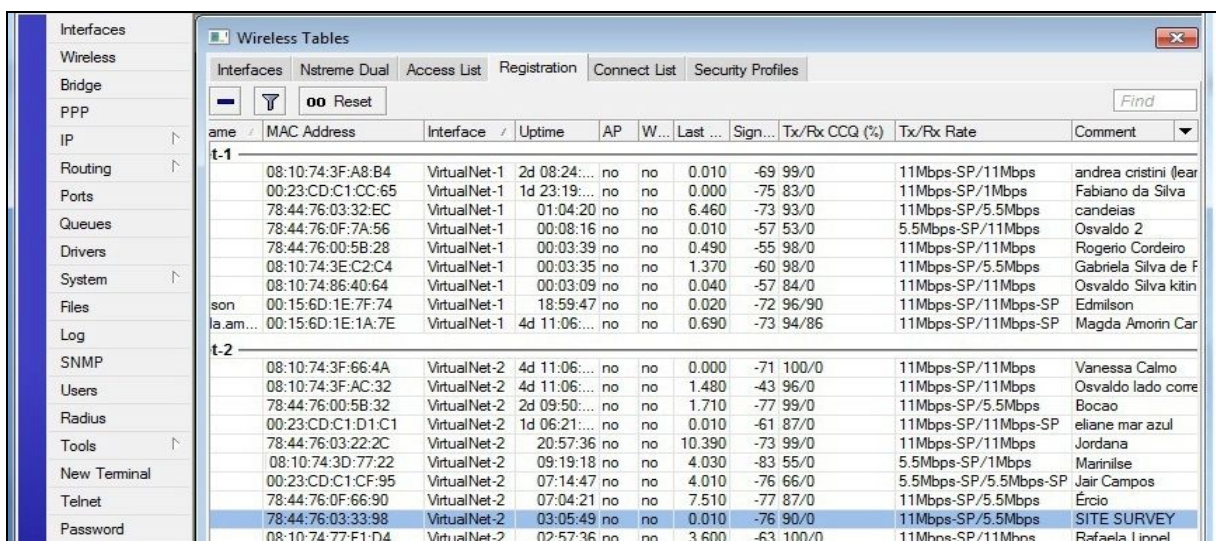
The screenshot shows the 'Site Survey' page of a network management interface. It displays a table of detected wireless networks with the following data:

SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encript.	Sinal	Select
VirtualNet-2	00:0b:6b:20:c7:9e	6 (B+G)	AP	no	20%	<input type="radio"/>
VirtualNet-2	00:0b:6b:20:c7:9e	1 (B)	AP	no	15%	<input type="radio"/>
VirtualNet-1 (41) 2457-5732	02:0b:6b:20:c7:1a	8 (B)	AP	no	6%	<input type="radio"/>
VirtualNet-1	00:0b:6b:20:c7:1a	8 (B)	AP	no	4%	<input type="radio"/>

Figura 23: Site survey ponto de embarque antena 2415CPE

Como se pode observar na figura 23, 18 o resultado do teste com a antena 2415CPE, foi mais satisfatório do que com a antena WR-3454G. Além de enxergar um AP a mais, a intensidade do sinal aumentou, chegando a 15% do sinal na antena setorial de SSID VirtualNet-2, o que equivale a 13dB e de 4% de sinal na antena VirtualNet-1, de sinal equivalentes a 4dB.

A figura 24 detalha o resultado do teste com a antena 2415CPE no RouterOS:



The screenshot shows the 'Wireless Tables' interface in RouterOS, displaying a detailed table of wireless connections. The table includes columns for MAC Address, Interface, Uptime, AP, W..., Last..., Sign..., Tx/Rx CCQ (%), Tx/Rx Rate, and Comment. The data is organized into two sections, t-1 and t-2, showing various virtual networks and their associated MAC addresses and connection details.

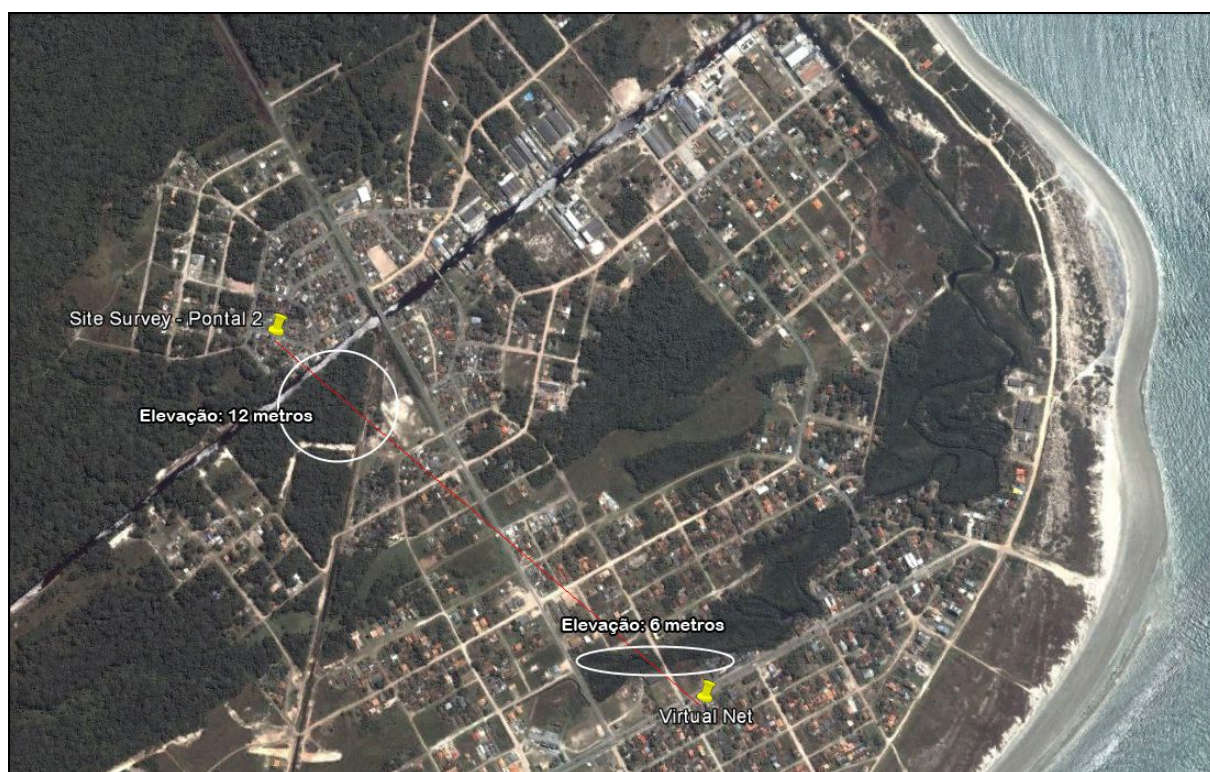
ame	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last ...	Sign...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
t-1	08:10:74:3F:A8:B4	VirtualNet-1	2d 08:24:...	no	no	0.010	-69 99/0	11Mbps-SP/11Mbps		andrea cristini (lear
	00:23:CD:C1:CC:65	VirtualNet-1	1d 23:19:...	no	no	0.000	-75 83/0	11Mbps-SP/1Mbps		Fabiano da Silva
	78:44:76:03:32:EC	VirtualNet-1	01:04:20	no	no	6.460	-73 93/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		candeias
	78:44:76:0F:7A:56	VirtualNet-1	00:08:16	no	no	0.010	-57 53/0	5.5Mbps-SP/11Mbps		Oswaldo 2
	78:44:76:00:5B:28	VirtualNet-1	00:03:39	no	no	0.490	-55 98/0	11Mbps-SP/11Mbps		Rogério Cordeiro
	08:10:74:3E:C2:C4	VirtualNet-1	00:03:35	no	no	1.370	-60 98/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		Gabriela Silva de F
	08:10:74:86:40:64	VirtualNet-1	00:03:09	no	no	0.040	-57 84/0	11Mbps-SP/11Mbps		Oswaldo Silva kitin
	00:15:6D:1E:7F:74	VirtualNet-1	18:59:47	no	no	0.020	-72 96/90	11Mbps-SP/11Mbps-SP		Edmilson
	00:15:6D:1E:1A:7E	VirtualNet-1	4d 11:06:...	no	no	0.690	-73 94/86	11Mbps-SP/11Mbps-SP		Magda Amorin Car
t-2	08:10:74:3F:66:4A	VirtualNet-2	4d 11:06:...	no	no	0.000	-71 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Vanessa Calmo
	08:10:74:3F:AC:32	VirtualNet-2	4d 11:06:...	no	no	1.480	-43 96/0	11Mbps-SP/11Mbps		Oswaldo lado corre
	78:44:76:00:5B:32	VirtualNet-2	2d 09:50:...	no	no	1.710	-77 99/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		Bocao
	00:23:CD:C1:D1:C1	VirtualNet-2	1d 06:21:...	no	no	0.010	-61 87/0	11Mbps-SP/11Mbps-SP		eliane mar azul
	78:44:76:03:22:2C	VirtualNet-2	20:57:36	no	no	10.390	-73 99/0	11Mbps-SP/11Mbps		Jordana
	08:10:74:3D:77:22	VirtualNet-2	09:19:18	no	no	4.030	-83 55/0	5.5Mbps-SP/1Mbps		Marinise
	00:23:CD:C1:CF:95	VirtualNet-2	07:14:47	no	no	4.010	-76 66/0	5.5Mbps-SP/5.5Mbps-SP		Jair Campos
	78:44:76:0F:66:90	VirtualNet-2	07:04:21	no	no	7.510	-77 87/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		Ércio
	78:44:76:03:33:98	VirtualNet-2	03:05:49	no	no	0.010	-76 90/0	11Mbps-SP/5.5Mbps		SITE SURVEY
	08:10:74:77:F1:D4	VirtualNet-2	02:57:36	no	no	3.600	-63 100/0	11Mbps-SP/11Mbps		Rafaela Lippel

Figura 24: Site survey ponto de embarque antena 2415-CPE no RouterOS

De acordo com a figura 24, no local do teste o sinal melhorou, elevando-se de -86dBm para -76dBm, onde a antena está conectada a três horas, sem queda, e o CCQ subiu de 68% para 90%. A transmissão de dados está em 11Mbps/5.5Mbps, o que mostra o mesmo resultado da antena anterior.

### 6.1.2 BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PONTAL 2

Depois dos testes realizados no ponto de embarque foram realizados testes na área de Pontal 2 onde também existe uma grande barreira para impedir a passagem do sinal. A figura 25 exhibe o ponto exato onde os testes foram realizados:



**Figura 25: Site survey Pontal 2**

A figura 25 mostra duas possíveis barreiras para a passagem do sinal com qualidade da empresa até o ponto de teste, uma barreira a 50 metros de distância com 6 metros de altura e a segunda barreira localizada a 1 Km de distância da empresa ficando assim a 200 metros do ponto de teste o que elimina qualquer chance de se ter um LOS ou Visual LOS neste caso, o fato de a primeira barreira ficar a 200 metros do local de teste ajuda na

passagem do sinal por permitir uma angulação melhor das antenas fazendo com que o sinal passe por cima das árvores. As antenas utilizadas neste teste foram levantadas a uma altura de 8 metros. O cálculo da zona de Fresnel a seguir exhibe os resultados de obstrução das barreiras:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*2,4)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 9,6) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (0,125) \quad \dots(4)$$

$$r = 6,12 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

O raio apresentado como resultado no exemplo é de 6,12 metros, como as antenas da torre principal estão a 18 metros de altura e a antena do ponto de teste está a 8 metros de altura, a altura média do raio da zona de Fresnel é de 13 metros, subtraindo-se o raio da zona pela altura média das antenas chega-se a conclusão de que a zona de Fresnel está a 6,88 metros de altura do chão. A seguir são exibidos os resultados quanto à altura máxima que um obstáculo pode ter para não comprometer a zona de Fresnel em mais de 60%.

$$r = 0,6 * 6,12 \quad \dots(1)$$

$$r = 3,67 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Subtraindo 3,67 metros de 13 metros, observa-se que um obstáculo não pode ter uma altura superior a 9,33 metros, neste caso, portanto a barreira existente a 1 Km da torre principal já interfere nas taxas de transmissão e recepção do sinal por estar dentro da zona de Fresnel.

Utilizando do raciocínio anteriormente apresentado, como que a ZF está a 6,88 metros do chão, que os obstáculos têm em média 12 metros e que o raio da ZF é de 6,12, subtraindo 6,88 de 12 metros temos 5,12 metros e efetua-se o mesmo cálculo da regra de três:

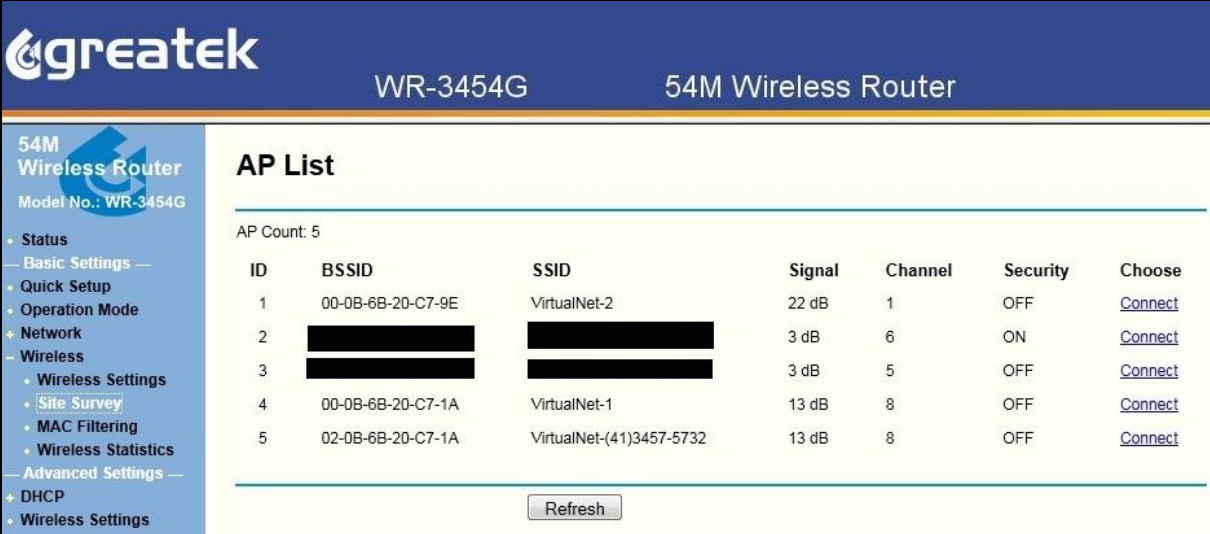
$$5,12 \longrightarrow X \quad \dots(1)$$

$$6,12 \longrightarrow 100 \quad \dots(2)$$

O resultado desta expressão é 83,7% de obstrução da ZF do teste de Pontal 2.



Os resultados dos testes práticos podem ser vistos nas figuras que seguem:



**greatek**  
WR-3454G 54M Wireless Router

54M Wireless Router  
Model No.: WR-3454G

**AP List**

AP Count: 5

ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	00-0B-6B-20-C7-9E	VirtualNet-2	22 dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
2	[REDACTED]	[REDACTED]	3 dB	6	ON	<a href="#">Connect</a>
3	[REDACTED]	[REDACTED]	3 dB	5	OFF	<a href="#">Connect</a>
4	00-0B-6B-20-C7-1A	VirtualNet-1	13 dB	8	OFF	<a href="#">Connect</a>
5	02-0B-6B-20-C7-1A	VirtualNet-(41)3457-5732	13 dB	8	OFF	<a href="#">Connect</a>

Figura 26: Site survey Pontal 2 antena WR-3454G

A figura 26 mostra o teste realizado com a antena WR-3454G, onde foram encontrados cinco AP's, dois destes particular e os três outros da Virtual Net Informática sendo que um deles é um AP já descrito, restando assim os AP's físicos VirtualNet-1 e VirtualNet-2 que são duas antenas setoriais OIW-2417P090H, a VirtualNet-2 apresentou o melhor sinal com 22dB de intensidade, o que equivale a aproximadamente 22%, este sinal já é bastante satisfatório, não havendo oscilações do sinal pode-se conectar a esta antena sem qualquer problema, a antena VirtualNet-1 apresentou um sinal razoável com 13dB permanecendo estável.

A figura 27 mostra o resultado do teste no RouterOS:

Drivers	📶	08:10:74:86:40:64	VirtualNet-1	00:03:44	no	no	0.020	-59	92/0	11Mbps-SP/11Mbps	Osvaldo Silva kitin...	
System	📶	08:10:74:3E:C2:C4	VirtualNet-1	00:03:41	no	no	5.880	-61	90/0	11Mbps-SP/11Mbps	Gabriela Silva de P...	
Files	📶	78:44:76:00:5B:28	VirtualNet-1	00:00:22	no	no	0.490	-55	97/0	11Mbps-SP/11Mbps	Rogério Cordeiro	
Log	📶	E... 00:15:6D:1E:7F:74	VirtualNet-1	20:03:32	no	no	4.680	-75	86/98	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Edmilson	
SNMP	📶	m... 00:15:6D:1E:1A:7E	VirtualNet-1	4d 12:10:...	no	no	2.570	-73	90/66	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Magda Amorin Car...	
Users	--- VirtualNet-2 ---											
Radius	📶	08:10:74:3F:66:4A	VirtualNet-2	4d 12:10:...	no	no	7.540	-70	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Vanessa Calmo	
Tools	📶	08:10:74:3F:AC:32	VirtualNet-2	4d 12:10:...	no	no	3.170	-43	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Osvaldo lado correi...	
New Terminal	📶	78:44:76:00:5B:32	VirtualNet-2	2d 10:54:...	no	no	6.100	-72	99/0	11Mbps-SP/11Mbps	Bocao	
Telnet	📶	00:23:CD:C1:D1:C1	VirtualNet-2	1d 07:24:...	no	no	7.160	-63	95/0	11Mbps-SP/11Mbps-SP	eliane mar azul	
Password	📶	78:44:76:03:22:2C	VirtualNet-2	22:01:21	no	no	1.730	-73	99/0	11Mbps-SP/11Mbps	Jordana	
Certificates	📶	00:23:CD:C1:D4:CF	VirtualNet-2	10:23:03	no	no	0.010	-87	75/0	11Mbps-SP/11Mbps	Ana Paula	
Make Supout.rif	📶	78:44:76:0F:66:90	VirtualNet-2	08:08:05	no	no	1.930	-77	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Ércio	
Manual	📶	78:44:76:03:33:98	VirtualNet-2	04:09:34	no	no	4.400	-79	87/0	11Mbps-SP/11Mbps	Marinilse	
Exit	📶	08:10:74:77:F1:D4	VirtualNet-2	04:01:20	no	no	0.820	-63	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Rafaela Lippel	
	📶	00:23:CD:C1:CE:73	VirtualNet-2	02:52:48	no	no	1.390	-71	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Femanda	
	📶	78:44:76:03:1F:5A	VirtualNet-2	02:24:58	no	no	0.040	-75	100/0	11Mbps-SP/5.5Mbps	Fabiola Marques	
	📶	78:44:76:02:A6:06	VirtualNet-2	01:42:22	no	no	3.670	-50	100/0	11Mbps-SP/11Mbps	Rest. Bom Porto	
	📶	00:1A:EF:10:0E:0A	VirtualNet-2	00:44:18	no	no	0.030	-71	96/0	11Mbps-SP/11Mbps	Tito	
	📶	00:23:CD:C1:CF:95	VirtualNet-2	1d 07:32:...	no	no	0.000	-78	97/0	11Mbps-SP/11Mbps-SP	SITE SURVEY	
	📶	78:44:76:0F:7D:5E	VirtualNet-2	00:00:25	no	no	5.310	-72	100/0	11Mbps-SP/5.5Mbps	Maria Lucia	

Figura 27: Site survey Pontal 2 antena WR-3454G no RouterOS

A figura 27 apresentou um bom sinal, conectado há 1d07h32min sem queda, o sinal está com -78dBm de intensidade, a qualidade está mostrada no campo CCQ está em 97%, a transmissão de dados está em 11Mbps/11Mbps.

Após os testes com a antena WR-3454G do fabricante Greatek, foi então realizado o teste com a antena 2415CPE e a figura 28 mostra o resultado:



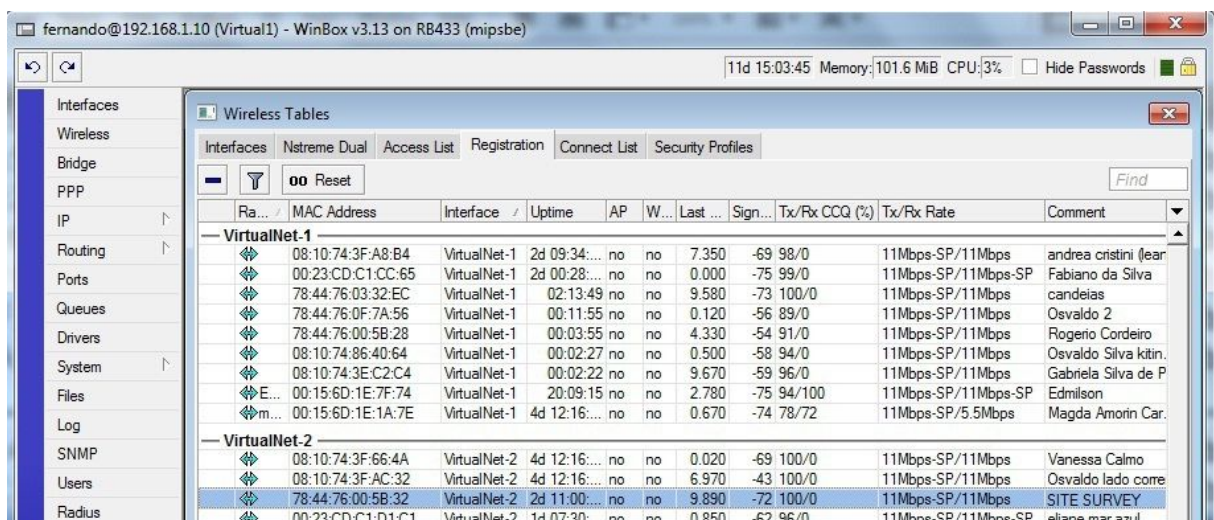
The screenshot shows the IWTech Site Survey interface. The left sidebar contains navigation options like 'Geral', 'Status', 'Estadísticas', 'Assistente de Configuração', 'Modo de Operação', 'Wireless', 'Básico', 'Avançado', 'Segurança', 'Controle de Acesso', 'Site Survey', 'WDS', 'WPS', 'TCP/IP', 'Interface LAN', 'Interface WAN', and 'Clientes DHCP'. The main area is titled 'Site Survey' and contains a table of detected wireless networks.

SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encript.	Sinal	Select
VirtualNet-2	00:0b:6b:20:c7:9e	1 (B)	AP	no	 27%	<input type="radio"/>
VirtualNet-1	00:0b:6b:20:c7:1a	8 (B)	AP	no	 16%	<input type="radio"/>
VirtualNet- (42) 3457-5732	02:0b:6b:20:c7:1a	8 (B)	AP	no	 16%	<input type="radio"/>
[Redacted]	[Redacted]	6 (B+G)	AP	WEP	 6%	<input type="radio"/>
[Redacted]	[Redacted]	5 (B)	AP	no	 6%	<input type="radio"/>

Figura 28: Site survey Pontal 2 antena 2415CPE

Também neste caso a antena 2415CPE apresentou melhores resultados do que com a antena WR-3454G, a intensidade do sinal foi maior, chegando a 27% do sinal na antena setorial de SSID VirtualNet-2 o que equivale a 26dB e de 16% de sinal na antena VirtualNet-1 de sinal equivalentes a 16dB.

A figura 29 exibe o resultado do teste com a antena 2415CPE no RouterOS:



The screenshot shows the RouterOS WinBox interface. The 'Wireless Tables' window is open, displaying a list of wireless connections. The table has columns for MAC Address, Interface, Uptime, AP, W..., Last..., Sign..., Tx/Rx, CCQ (%), Tx/Rx Rate, and Comment.

MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last ...	Sign...	Tx/Rx	CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
08:10:74:3F:A8:B4	VirtualNet-1	2d 09:34:...	no	no	7.350	-69	98/0		11Mbps-SP/11Mbps	andrea cristini (lear
00:23:CD:C1:CC:65	VirtualNet-1	2d 00:28:...	no	no	0.000	-75	99/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	Fabiano da Silva
78:44:76:03:32:EC	VirtualNet-1	02:13:49	no	no	9.580	-73	100/0		11Mbps-SP/11Mbps	candeias
78:44:76:0F:7A:56	VirtualNet-1	00:11:55	no	no	0.120	-56	89/0		11Mbps-SP/11Mbps	Osvaldo 2
78:44:76:00:5B:28	VirtualNet-1	00:03:55	no	no	4.330	-54	91/0		11Mbps-SP/11Mbps	Rogério Cordeiro
08:10:74:86:40:64	VirtualNet-1	00:02:27	no	no	0.500	-58	94/0		11Mbps-SP/11Mbps	Osvaldo Silva kitin.
08:10:74:3E:C2:C4	VirtualNet-1	00:02:22	no	no	9.670	-59	96/0		11Mbps-SP/11Mbps	Gabriela Silva de P
E... 00:15:6D:1E:7F:74	VirtualNet-1	20:09:15	no	no	2.780	-75	94/100		11Mbps-SP/11Mbps-SP	Edmilson
m... 00:15:6D:1E:1A:7E	VirtualNet-1	4d 12:16:...	no	no	0.670	-74	78/72		11Mbps-SP/5.5Mbps	Magda Amorin Car.
--- VirtualNet-2 ---										
08:10:74:3F:66:4A	VirtualNet-2	4d 12:16:...	no	no	0.020	-69	100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Vanessa Calmo
08:10:74:3F:AC:32	VirtualNet-2	4d 12:16:...	no	no	6.970	-43	100/0		11Mbps-SP/11Mbps	Osvaldo lado corre
78:44:76:00:5B:32	VirtualNet-2	2d 11:00:...	no	no	9.890	-72	100/0		11Mbps-SP/11Mbps	SITE SURVEY
00:23:CD:C1:D1:C1	VirtualNet-2	1d 07:30:...	no	no	0.850	-62	96/0		11Mbps-SP/11Mbps-SP	eliane mar azul

Figura 29: Site survey Pontal 2 antena 2415CPE no RouterOS

No RouterOS o sinal aumentou em 6dB's, subindo de -78dBm para -72dBm, a antena está conectada a 2d11h sem queda e o CCQ de 97% foi para 100%, a transmissão de dados está em 11Mbps/11Mbps.

### 6.1.3 BALNEÁRIOS VILA NOVA E ATAMI

No próximo teste praticamente não existem barreiras e as que existem são menores do que as residências, que em sua grande maioria são sobrados, a figura 30 mostra os detalhes do teste:



**Figura 30: Site survey balneários Vila Nova e Atami**

São 400 metros de distância da repetidora da Vila Nova até o ponto do teste com Visual LOS para a repetidora, as antenas aqui foram postas a 1 metro acima do sobrado em que os testes foram realizados totalizando assim 12 metros de altura, a repetidora está a uma altura de 15 metros. Segundo o cálculo de Fresnel não há problemas com obstáculos como se pode observar abaixo:

$$r = 17,32 * \sqrt{(d) / (4f)} \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(0,4) / (4*2,4)} \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(0,4 / 9,6)} \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(0,042)} \quad \dots(4)$$

$$r = 3,55 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

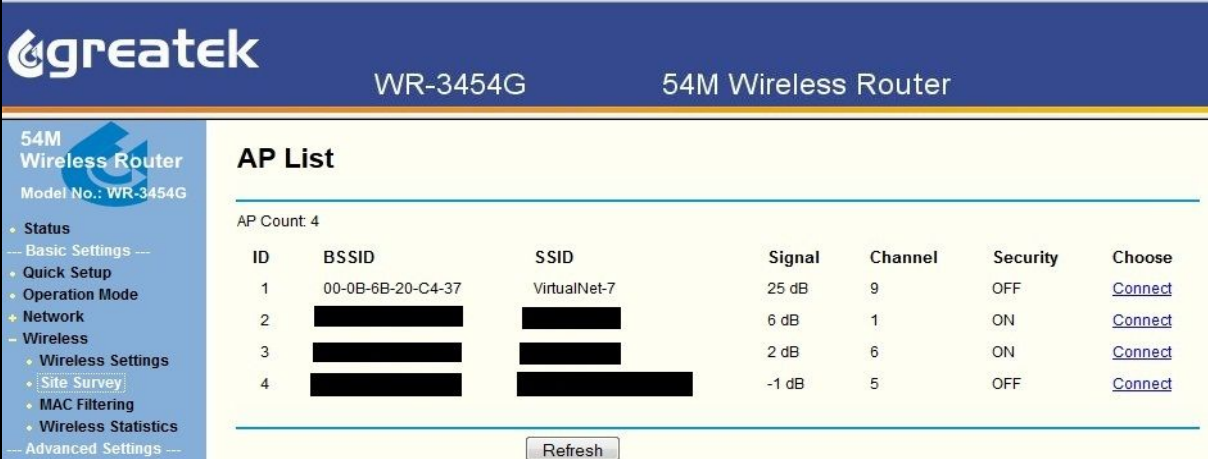
A primeira zona de Fresnel neste caso tem um raio de 3,55 metros, a média de altura das antenas é de 14 metros, quando subtraídos os 14 metros médios da linha de propagação do sinal das antenas pelo raio da zona de Fresnel percebe-se que a ZF está a 10,45 metros de altura do chão.

$$r = 0,6 * 3,55 \quad \dots(1)$$

$$r = 2,13 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Segundo o resultado acima apresentado como 60% do raio corresponde a 2,13 metros, subtraindo então este valor dos 10,45 metros temos uma margem de segurança da altura da ZF de 8,32 metros, como não o teste neste caso não encontrou nenhuma barreira a ZF está 100% desobstruída.

O resultado do *site survey* das antenas podem ser vistos nas figuras a seguir:



ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	00-0B-6B-20-C4-37	VirtualNet-7	25 dB	9	OFF	<a href="#">Connect</a>
2	[REDACTED]	[REDACTED]	6 dB	1	ON	<a href="#">Connect</a>
3	[REDACTED]	[REDACTED]	2 dB	6	ON	<a href="#">Connect</a>
4	[REDACTED]	[REDACTED]	-1 dB	5	OFF	<a href="#">Connect</a>

**Figura 31:** *Site survey* balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G

A figura 31 revela que no *site survey* foram encontrada quatro antenas das quais a VirtualNet-7 é a antena pertencente ao provedor Virtual Net Informática, sendo que esta antena é uma *omni* MM-2415o de 15dBi já descrita anteriormente, apesar da curta distância

(400 metros) e da estabilidade do sinal, este ficou abaixo das expectativas que giravam em torno de 40dB, considerando que nas antenas setoriais à uma distância de 1 Km o sinal alcançado foi de 22dB com barreiras o sinal não passou de 25dB teste realizado com a antena WR-3454G um indício para este resultado pode ser a polarização que no caso da *omni* é vertical o que ficaria abaixo da promessa do fabricante de que a angulação e rendimentos das polarizações vertical e horizontal eram parecidas.

A figura 32 mostra o resultado do teste no RouterOS:

f/	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last ...	Sign...	Tx/R...	Tx/Rx Rate	Comment
	00:23:CD:C1:D1:CD	VirtualNet-7	03:23:00	no	no	6.830	-74	100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Lucianne Ramos
	00:23:CD:C1:C7:41	VirtualNet-7	03:23:00	no	no	3.670	-79	100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	SITE SUFVEY
	00:23:CD:C1:D4:23	VirtualNet-7	03:23:00	no	no	14.790	-83	100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Anderson Alves
	00:23:CD:C1:CD:2D	VirtualNet-7	03:22:59	no	no	8.660	-76	100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Marcos Nascimento
	00:23:CD:C1:CA:4D	VirtualNet-7	03:22:59	no	no	0.000	-81	100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Fabio Pereira
	78:44:76:00:53:DC	VirtualNet-7	03:22:12	no	no	0.010	-63	98	11Mbps-SP/11Mbps	Edson Nascimento
	78:44:76:00:56:FA	VirtualNet-7	03:22:12	no	no	0.060	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	Sidinei
	78:44:76:00:5C:E0	VirtualNet-7	03:22:11	no	no	0.430	-82	98	11Mbps-SP/11Mbps	Adriano Tavares
	78:44:76:00:5C:F4	VirtualNet-7	03:22:11	no	no	0.140	-67	100	11Mbps-SP/11Mbps	Mirtes Angela
	78:44:76:03:25:B2	VirtualNet-7	03:22:09	no	no	0.900	-56	98	11Mbps-SP/11Mbps	Marcio Mendes
	78:44:76:00:5B:24	VirtualNet-7	03:22:09	no	no	1.830	-79	100	11Mbps-SP/11Mbps	Associação Atami I

Figura 32: Site survey balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G no RouterOS

A figura 32 mostra o sinal alcançado no RouterOS, conectado há 3h23min em função de uma queda de energia que ocorreu no meio dos testes, o sinal está com -79dBm de intensidade, a qualidade está mostrada no campo CCQ está em 100%, a transmissão de dados está em 11Mbps/11Mbps.

Após os testes com a antena WR-3454G, foi então realizado o teste com a antena 2415CPE e a figura 33 descreve o resultado:

SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encript.	Sinal	Select
VirtualNet-7	00:0b:6b:20:c4:37	9 (B)	AP	no	46%	<input type="radio"/>
[Redacted]	[Redacted]	6 (B+G)	AP	WPA2-PSK	7%	<input type="radio"/>
[Redacted]	[Redacted]	1 (B+G)	AP	WPA-PSK/WPA2-PSK	6%	<input type="radio"/>

Figura 33: Site survey balneários Vila Nova e Atami antena WR-3454G

Aqui foi conseguido o resultado esperado, alcançando na VirtualNet-7 um sinal 46% algo em torno de 45dB o que é um sinal de conexão perfeita.

A figura 34 exibe o resultado do teste com a antena 2415CPE no RouterOS:

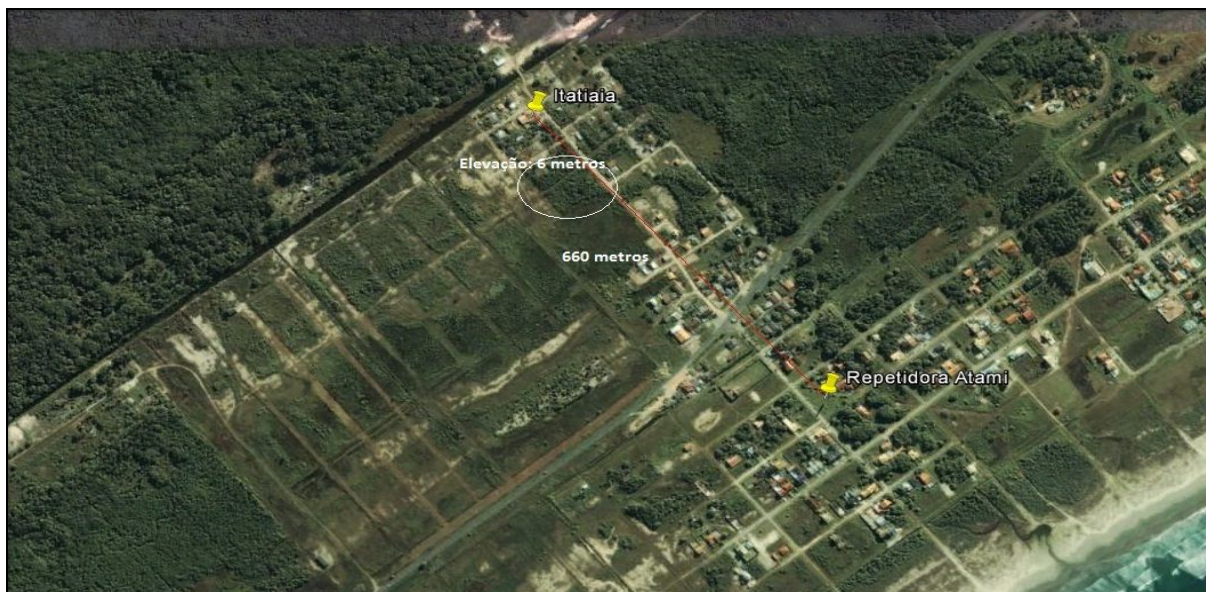
f/r	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last ...	Sign...	Tx/Rx CCQ...	Tx/Rx Rate	Comment
	00:23:CD:C1:D1:CD	VirtualNet-7	20:09:15	no	no	4.280	-74 99	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Lucianne Ramos
	00:23:CD:C1:D0:61	VirtualNet-7	4d 12:16:...	no	no	0.950	-80 100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Lurdes
	00:23:CD:C1:D4:23	VirtualNet-7	08:42:53	no	no	3.760	-83 100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Anderson Alves
	00:23:CD:C1:CD:2D	VirtualNet-7	03:20:34	no	no	10.160	-75 91	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Marcos Nascimento
	00:23:CD:C1:CA:4D	VirtualNet-7	01:53:24	no	no	0.010	-81 100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Fabio Pereira
	78:44:76:00:53:DC	VirtualNet-7	03:00:33	no	no	8.800	-64 86	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Edson Nascimento
	78:44:76:00:56:FA	VirtualNet-7	02:32:44	no	no	0.100	-73 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Sidinei
	78:44:76:00:5C:E0	VirtualNet-7	04:46:41	no	no	10.710	-84 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Adriano Tavares
	78:44:76:00:5C:F4	VirtualNet-7	2d 11:00:...	no	no	0.150	-66 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	SITE SURVEY
	78:44:76:03:25:B2	VirtualNet-7	1d 07:30:...	no	no	7.580	-57 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Marcio Mendes
	78:44:76:00:5B:24	VirtualNet-7	22:07:04	no	no	1.240	-79 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Associação Atami I
	08:10:74:78:15:88	VirtualNet-7	10:28:46	no	no	6.960	-83 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Lincoln Vercesi
	08:10:74:86:19:30	VirtualNet-7	04:46:34	no	no	0.020	-62 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Denilson
	78:44:76:03:11:C4	VirtualNet-7	03:35:19	no	no	1.150	-81 100	11Mbps-SP/11Mbps	11Mbps-SP/11Mbps	Andre Camargo
	00:23:CD:C1:D0:8F	VirtualNet-7	01:29:23	no	no	1.720	-70 100	11Mbps-SP/11Mbps-SP	11Mbps-SP/11Mbps-SP	Donizete

Figura 34: Site survey balneários Vila Nova e Atami antena 2415CPE no RouterOS

A figura 34 mostra uma conexão perfeita, há dois dias conectados sem queda com sinal de -66dBm de intensidade e CCQ em 100% ainda com taxas de transmissão e 11Mbps/11Mbps uma diferença de cerca de 20% de qualidade em relação à antena WR-3454G incomparável no que diz respeito a confiabilidade.

#### 6.1.4 BALNEÁRIO ITATIAIA

Os testes realizados no Balneário Itatiaia tiveram resultados curiosos e deixaram claro a diferença das antenas, trata-se de um balneário com poucas barreiras onde de praticamente todos os pontos é possível visualizar a repetidora, e portanto não existem grandes dificuldades para encontrar um bom sinal. A figura 35 mostra o local dos testes e as condições do ambiente:



**Figura 35: Site survey balneário Itatiaia**

A figura 35 mostra que em uma distância de 660 metros somente uma barreira é encontrada, o resultado esperado deve ser parecido ou até melhor do que o alcançado no teste realizado no balneário Atami, aqui será possível verificar níveis de sinal que até o momento não poderiam ser realizados, verificar a intensidade de sinal da antena WR-3454G para a antena *omni* MM-2415o e também para a antena setorial OIW-2417P090H já que nesta repetidora estão ambas instaladas e em posição de angulação favorável. A altura da torre nesta repetidora é de 18 metros e a altura do ponto de teste é de 10 metros. Os cálculos da ZF podem ser acompanhados a seguir:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((0,66) / (4*2,4)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (0,66 / 9,6) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (0,069) \quad \dots(4)$$

$$r = 4,55 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

Com um raio de 3,55 metros e média de altura, a média de altura da direção de propagação do sinal é de 14 metros, quando subtraídos os 14 metros médios da linha de propagação do sinal das antenas pelo raio da zona de Fresnel percebe-se que a ZF está a 9,45

metros de altura do chão. A expressão abaixo vai ajudar a revelar a margem de segurança para um possível obstrução da ZF:

$$r = 0,6 * 4,55 \quad \dots(1)$$

$$r = 2,73 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

2,73 metros correspondem a 60% do raio desta PZF, calculando a diferença entre a altura da ZF e o percentual de obstrução temos um total 6,72 metros para que uma barreira possa alcançar a zona, tem-se portanto 100% de liberdade de propagação do sinal e 3,45 metros para que o sinal possa ficar realmente comprometido

Os resultados do *site survey* abaixo são apresentados iniciaram com a antena WR-3454G e serão mostrados na figura 36:

ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	[REDACTED]	[REDACTED]	26 dB	11	ON	<a href="#">Connect</a>
2	00-0B-6B-20-C4-AD	Virtualnet-6	20 dB	11	OFF	<a href="#">Connect</a>
3	00-0B-6B-2F-6D-73	VirtualNet-5	4 dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>
4	[REDACTED]	[REDACTED]	13 dB	1	ON	<a href="#">Connect</a>
5	[REDACTED]	[REDACTED]	13 dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>

Figura 36: *Site survey* balneário Itatiaia antena WR-3454G

A figura 36 coloca que a antena WR-3454G não conseguiu muito êxito em seu teste, com apenas 600 metros de distância o sinal alcançado foi de 20dB de sinal na antena setorial que é a antena com SSID VirtualNet-6 e 4dB de sinal na antena *omni* VirtualNet-5 onde não se consegue ter uma comunicação satisfatória e sem queda, apesar das poucas barreiras.

Agora os resultados do RouterOS apresentados na figura 37:



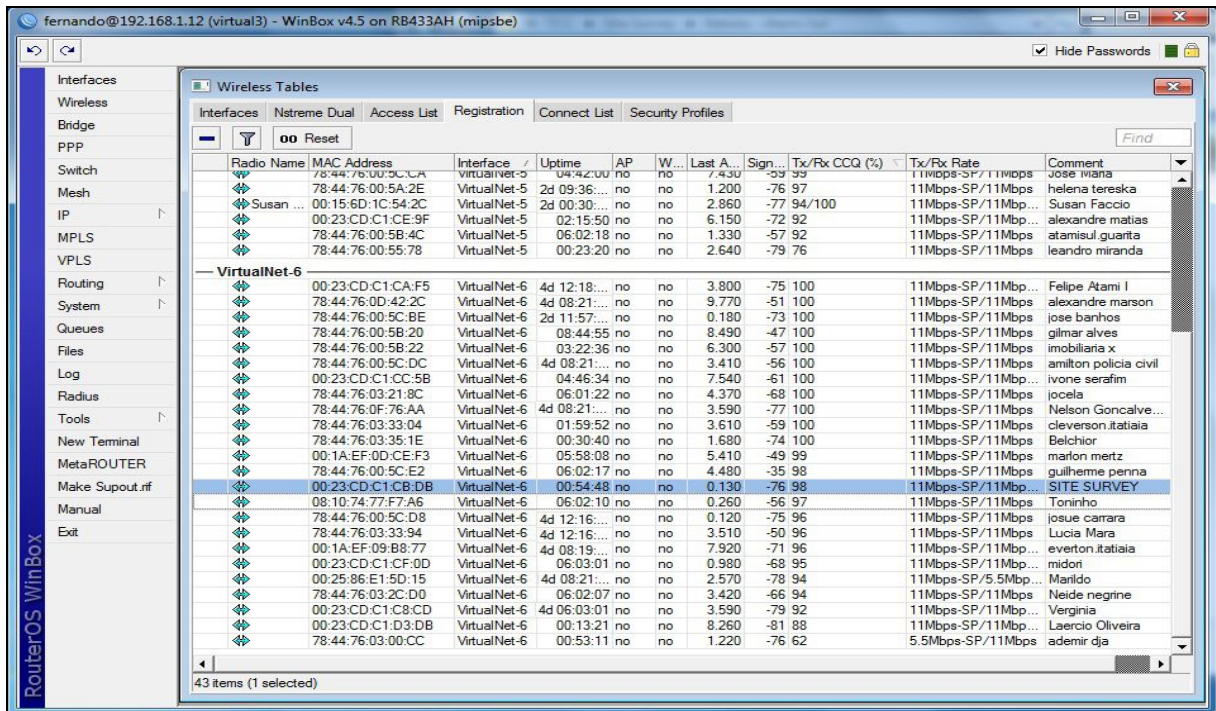


Figura 37: Site survey balneário Itatiaia antena WR-3454G no RouterOS

A figura 37 exibe um bom sinal, conectado há 54 minutos sem queda, o sinal está com -76dBm de intensidade, a qualidade está mostrada no campo CCQ está em 98%, a transmissão de dados está em 11Mbps/11Mbps.

Agora os testes com a antena 2415CPE:



Figura 38: Site survey balneário Itatiaia antena 2415CPE

A antena 2415CPE apresentou um resultado bastante superior na comparação com a antena WR-3454G como revela a figura 38, a diferenças de sinal chega a 20% tanto na antena setorial quanto na antena *omni*. Para roteadores internos os desempenhos são bastante semelhantes.

A figura 39 descreve o resultado do teste com a antena 2415CPE no RouterOS primeiramente conectada a antena *omni* MM-2415o:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last A...	Sign...	Tx/Rx CCG (%)	Tx/Rx Rate	Comment
00:23:CD:C1:CE:9F	VirtualNet-5	2d 11:57:...	no	no	0.430	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	alexandre matias	
78:44:76:00:53:BE	VirtualNet-5	08:44:55	no	no	8.690	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	roseli miranda	
78:44:76:00:56:C4	VirtualNet-5	03:22:36	no	no	8.650	-75	100	11Mbps-SP/11Mbps	marcos atami sul	
78:44:76:00:53:CC	VirtualNet-5	4d 08:21:...	no	no	4.300	-68	100	11Mbps-SP/11Mbps	Marina Ricardo	
78:44:76:03:00:CA	VirtualNet-5	04:46:34	no	no	8.440	-71	100	11Mbps-SP/11Mbps	iran	
78:44:76:00:53:E2	VirtualNet-5	06:01:22	no	no	0.710	-75	100	11Mbps-SP/11Mbps	sthefani_perotto	
78:44:76:02:FD:26	VirtualNet-5	05:56:39	no	no	2.090	-71	100	11Mbps-SP/11Mbps	Maria Fabianski	
78:44:76:00:5C:CA	VirtualNet-5	04:36:34	no	no	7.500	-59	100	11Mbps-SP/11Mbps	José Maria	
78:44:76:03:1D:EA	VirtualNet-5	02:23:34	no	no	0.480	-68	100	11Mbps-SP/11Mbps	Vera	
78:44:76:03:0E:88	VirtualNet-5	01:05:56	no	no	9.270	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	sidnei barrancos	
78:44:76:0F:5C:AA	VirtualNet-5	05:56:51	no	no	6.460	-70	99	11Mbps-SP/11Mbps	SITE SURVEY	
78:44:76:06:15:42	VirtualNet-5	4d 12:10:...	no	no	8.790	-59	98	11Mbps-SP/11Mbps	Paulo Cesar Rodri...	
78:44:76:03:00:C2	VirtualNet-5	2d 10:54:...	no	no	0.010	-59	98	11Mbps-SP/11Mbps	Tere Simoes	
78:44:76:00:5C:E8	VirtualNet-5	1d 07:24:...	no	no	8.590	-67	97	11Mbps-SP/11Mbps	mario ebina	
78:44:76:00:5A:2E	VirtualNet-5	22:01:21	no	no	3.290	-76	96	11Mbps-SP/11Mbps	helena tereska	
00:0E:E8:DF:8E:D9	VirtualNet-5	10:23:03	no	no	0.970	-74	95	11Mbps-SP/11Mbps	Antonia Thais	
00:15:6D:1C:54:2C	VirtualNet-5	08:08:05	no	no	2.650	-77	94/98	11Mbps-SP/11Mbps	Susan Faccio	
78:44:76:00:5B:4C	VirtualNet-5	04:09:34	no	no	5.450	-57	90	11Mbps-SP/11Mbps	atamisl guarita	
78:44:76:00:55:78	VirtualNet-5	00:17:54	no	no	6.050	-79	83	11Mbps-SP/5.5Mbps	leandro miranda	

Figura 39: Site survey balneário Itatiaia antena 2415CEP no RouterOS - antena omni

Neste caso em comparação de conexão não é muito precisa, pois a antena 2415CPE está conectada na antena *omni* e a WR-3454G está conectada na antena setorial, mas ainda assim o sinal aumentou de -76dBm para -70dBm com uma conexão de 5h56min sem queda com CCQ em 98% e dados está em 11Mbps/11Mbps.

Agora o resultado da conexão da antena 2415CPE na antena setorial OIW-2417P090H é apresentado na figura 40:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last A...	Sign...	Tx/Rx CCG (%)	Tx/Rx Rate	Comment
00:23:CD:C1:C8:CD	VirtualNet-6	4d 10:13:...	no	no	2.680	-79	100	11Mbps-SP/11Mbps	Verginia	
00:23:CD:C1:CF:0D	VirtualNet-6	2d 08:57:...	no	no	2.750	-71	100	11Mbps-SP/11Mbps	midori	
00:23:CD:C1:CA:F5	VirtualNet-6	1d 05:27:...	no	no	2.910	-75	100	11Mbps-SP/11Mbps	Felipe Atami I	
78:44:76:00:5C:BE	VirtualNet-6	20:04:19	no	no	9.230	-73	100	11Mbps-SP/11Mbps	jose banhos	
78:44:76:00:5C:D8	VirtualNet-6	09:24:26	no	no	0.020	-71	100	11Mbps-SP/11Mbps	josue carrara	
78:44:76:00:5B:22	VirtualNet-6	4d 08:21:...	no	no	0.010	-58	100	11Mbps-SP/11Mbps	imobiliaria x	
00:23:CD:C1:CC:5B	VirtualNet-6	2d 11:57:...	no	no	6.630	-61	100	11Mbps-SP/11Mbps	ivone serafim	
00:1A:EF:09:B8:77	VirtualNet-6	08:44:55	no	no	2.520	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	everton.itatiaia	
78:44:76:0F:76:AA	VirtualNet-6	03:22:36	no	no	6.790	-77	100	11Mbps-SP/11Mbps	Nelson Goncalve...	
78:44:76:03:33:04	VirtualNet-6	01:55:25	no	no	12.650	-59	100	11Mbps-SP/11Mbps	cleverson.itatiaia	
78:44:76:03:35:1E	VirtualNet-6	00:29:09	no	no	0.730	-75	100	11Mbps-SP/11Mbps	Belchior	
78:44:76:0F:5C:AA	VirtualNet-6	09:23:54	no	no	1.370	-51	100	11Mbps-SP/11Mbps	SITE SURVEY	
78:44:76:0D:42:2C	VirtualNet-6	06:01:12	no	no	8.810	-51	99	11Mbps-SP/11Mbps	alexandre marson	
78:44:76:00:5C:DC	VirtualNet-6	03:14:50	no	no	0.380	-58	99	11Mbps-SP/11Mbps	amilton policia civil	
78:44:76:03:21:8C	VirtualNet-6	01:47:40	no	no	3.430	-68	99	11Mbps-SP/11Mbps	jocela	
78:44:76:00:5C:E2	VirtualNet-6	2d 11:49:...	no	no	3.530	-35	98	11Mbps-SP/11Mbps	guilherme penna	

Figura 40: Site survey balneário Itatiaia antena 2415CEP no RouterOS - antena setorial

A figura 40 detalha a real diferença deste teste, pois ambas as antenas neste caso estão conectadas a antena setorial e neste caso específico a antena 2415CPE alcançou um sinal que se pode considerar perfeito com -51dBm de intensidade e CCQ de 100%, com 09h23min sem queda e transmissão em 11Mbps/11Mbps.

### 6.1.5 BALNEÁRIO BARRANCOS

No balneário Barrancos há um bosque com árvores de até 12 metros de altura que atrapalha a passagem do sinal para uma boa parte das residências existentes no balneário, as antenas de teste neste caso foram erguidas há uma altura de 10 metros a torre do balneário Atami está a 18 metros de altura e a ZF apresentou os seguintes resultados:

$$r = 17,32 * \sqrt{(d) / (4f)} \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(1,1) / (4*2,4)} \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(1,1 / 9,6)} \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(0,115)} \quad \dots(4)$$

$$r = 5,83 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

Com 5,83 metros de raio a primeira zona de Fresnel neste ficou a 8,17 metros de altura do chão já que a altura média da linha de propagação do sinal está a 14 metros de altura. A margem de segurança da ZF é apresentada em seguida:

$$r = 0,6 * 5,83 \quad \dots(1)$$

$$r = 3,50 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Subtraindo os 3,50 metros que correspondem a 60% do raio da PZF da altura total da linha de propagação temos uma margem de segurança de 10,50 metros o que neste momento está comprometido pela obstrução encontrada entre os locais de transmissão e recepção do sinal.

Estando a ZF está a 8,17 metros do chão, que os obstáculos têm em média 12 metros e que o raio da ZF é de 5,83 metros, subtraindo 8,17 de 12 metros temos 3,13 metros:

3,13 → X ... (1)

5,83 → 100 ... (2)

Esta ZF está com uma obstrução de 53,7% do seu total o que já vem comprometendo na qualidade do sinal.

A figura 41 apresenta o cenário acima calculado:



Figura 41: Site survey balneário Barrancos

A figura 41 mostra duas barreiras, a mencionada anteriormente com 12 metros de altura e uma segunda barreira que não chega a ser problema com elevação entre 2 e 3 metros, a distância da repetidora até o ponto de teste é de 1,1 Km. O resultado dos testes pode ser visto nas figuras abaixo:

ID	BSSID	SSID	Signal	Channel	Security	Choose
1	[REDACTED]	[REDACTED]	26 dB	11	ON	<a href="#">Connect</a>
2	00-0B-6B-2F-6D-73	VirtualNet-5	8 dB	1	OFF	<a href="#">Connect</a>

Figura 42: Site survey balneário Barrancos antena WR-3454G

A figura 42 mostra que a antena WR-3454G não obteve um sinal estável sendo que este oscilava entre 4 e 8dB não sendo assim possível manter uma conexão com o provedor para mostrar os resultados obtidos no sistema RouterOS, o segundo AP encontrado é um roteador interno particular.

Não obtendo sucesso com a antena WR-3454G foi realizado o teste com a antena 2415CPE e o mesmo pode ser acompanhado na figura 43:



Figura 43: Site survey balneário Barrancos antena 2415CPE

O sinal alcançado neste teste foi de 20% o que equivale aproximadamente a 18dB sendo este sinal estável onde foi possível realizar a conexão com a antena *omni* MM-2415o, o sinal alcançado no roteador interno é ainda 1dB superior ao sinal alcançado pela antena WR-3454G.

A figura 44 mostra o resultado do teste com a antena 2415CPE no RouterOS:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last A...	Sign...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
VirtualNet-5	00:23:CD:C1:CE:9F	VirtualNet-5	11:03:54	no	no	3,050	-71	100	11Mbps-SP/11Mbps	alexandre matias
VirtualNet-5	78:44:76:00:53:CC	VirtualNet-5	11:03:08	no	no	3,990	-68	100	11Mbps-SP/11Mbps	Marina Ricardo
VirtualNet-5	78:44:76:00:5C:E8	VirtualNet-5	11:03:07	no	no	12,350	-67	100	11Mbps-SP/11Mbps	mario ebina
VirtualNet-5	78:44:76:00:5A:2E	VirtualNet-5	11:03:02	no	no	13,130	-76	100	11Mbps-SP/11Mbps	helenia tereska
VirtualNet-5	78:44:76:00:5C:CA	VirtualNet-5	09:42:50	no	no	3,180	-59	100	11Mbps-SP/11Mbps	José Maria
VirtualNet-5	78:44:76:03:1D:EA	VirtualNet-5	07:29:50	no	no	0,710	-67	100	11Mbps-SP/11Mbps	Vera
VirtualNet-5	78:44:76:02:FD:26	VirtualNet-5	01:28:35	no	no	0,050	-72	100	11Mbps-SP/11Mbps	Maria Fabianski
VirtualNet-5	78:44:76:06:15:42	VirtualNet-5	01:02:12	no	no	0,030	-67	100	11Mbps-SP/11Mbps	Paulo Cesar Rodri...
Susan ...	00:15:6D:1C:54:2C	VirtualNet-5	11:03:34	no	no	0,330	-78	99/94	11Mbps-SP/11Mbps	Susan Faccio
VirtualNet-5	78:44:76:00:5B:4C	VirtualNet-5	11:03:08	no	no	1,240	-57	99	11Mbps-SP/11Mbps	atamisul.guarita
VirtualNet-5	78:44:76:00:53:E2	VirtualNet-5	11:03:07	no	no	6,450	-73	99	11Mbps-SP/11Mbps	sthefani.perotto
VirtualNet-5	78:44:76:03:0E:88	VirtualNet-5	00:11:40	no	no	0,020	-72	99	11Mbps-SP/11Mbps	sidnei barrancos
VirtualNet-5	78:44:76:03:00:C2	VirtualNet-5	00:02:47	no	no	0,010	-59	99	11Mbps-SP/11Mbps	Tere Simoes
VirtualNet-5	78:44:76:00:56:C4	VirtualNet-5	11:03:08	no	no	6,960	-75	98	11Mbps-SP/11Mbps	marcos atami sul
VirtualNet-5	78:44:76:00:53:BE	VirtualNet-5	01:43:47	no	no	3,990	-71	97	11Mbps-SP/5,5Mbps	SITE SURVEY
VirtualNet-5	78:44:76:0F:5C:AA	VirtualNet-5	00:03:39	no	no	2,230	-71	95	11Mbps-SP/11Mbps	Alcedino
VirtualNet-5	00:0E:E8:DF:8E:D9	VirtualNet-5	11:02:28	no	no	0,610	-75	93	11Mbps-SP/11Mbps	Antonia Thais
VirtualNet-5	78:44:76:03:00:CA	VirtualNet-5	01:50:11	no	no	3,040	-70	91	11Mbps-SP/11Mbps	iran
VirtualNet-5	78:44:76:00:55:78	VirtualNet-5	00:00:13	no	no	3,770	-80	81	5,5Mbps-SP/5,5Mbps	leandro miranda
VirtualNet-5	00:1A:EF:10:0D:59	VirtualNet-5	00:00:23	no	no	2,610	-71	29	5,5Mbps-SP/11Mbps	ingrid cristina

Figura 44: Site survey balneário Barrancos antena 2415CPE no RouterOS

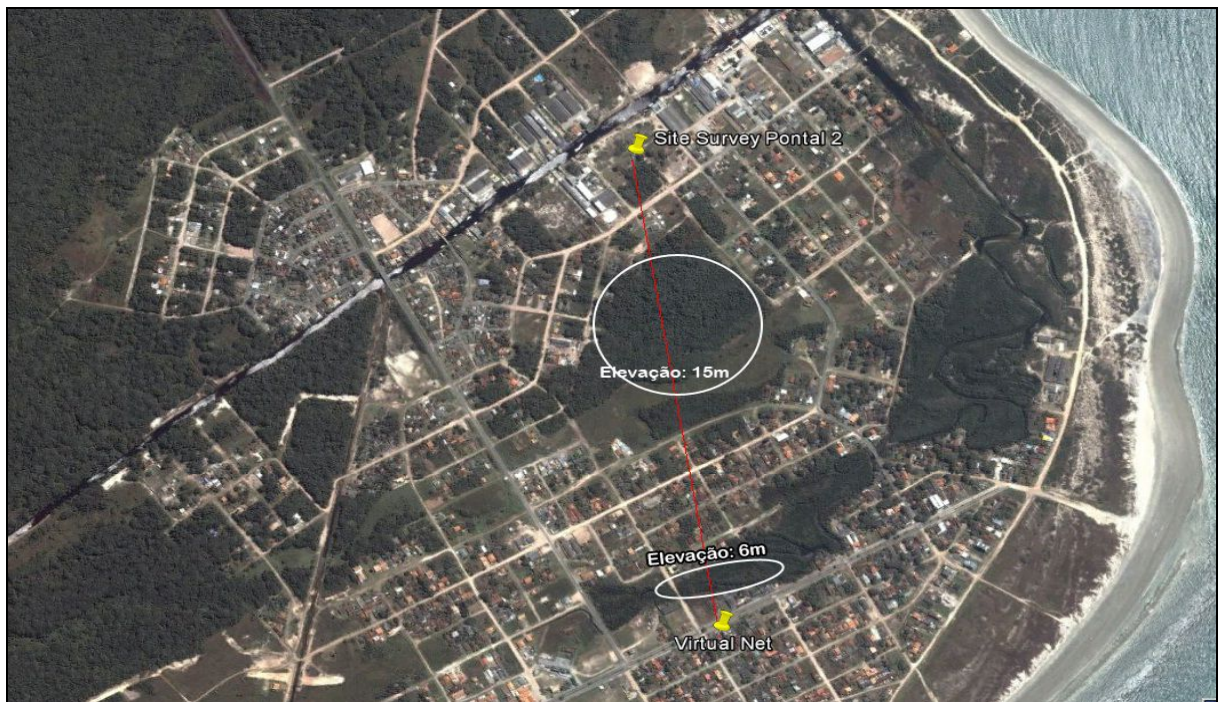
O sinal alcançado no RouterOS foi de -71dBm o que é um bom sinal, sem oscilação a antena está conectada a 01h43min sem queda com um CCQ de 97% e taxa de transferência de 11Mbps/5.5Mbps.

## 6.2 SITE SURVEY 5GHZ

Findados os testes com as antenas que trabalham na frequência de 2.4GHz, logo na sequência iniciaram-se os testes com as antenas que trabalham na frequência de 5GHz, os locais em que os balneários em que os testes serão realizados são os balneários Pontal do Sul, na área do ponto de embarque para a Ilha do Mel e Pontal 2, bem como nos balneários Itatiaia e Barrancos, resultados são apresentados a seguir.

### 6.2.1 BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PONTO DE EMBARQUE

O local de teste dos equipamentos que trabalham na frequência de 5GHz foi o mesmo onde foram realizados os da frequência de 2.4GHz, não há visada para a torre principal e as antenas foram fixadas à uma altura de 12 metros, a figura 45 mostra os detalhes:



**Figura 45:** Site survey 5GHz ponto de embarque para a Ilha do Mel

A zona de Fresnel neste momento tem uma pequena alteração já que a frequência agora ao invés de 2,4 é de 5GHz:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*5)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 0,8) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,5) \quad \dots(4)$$

$$r = 21,21 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

O raio apresentado como resultado é de 21,21 metros, como a altura média da linha de propagação do sinal é de 15 metros em toda a sua extensão a ZF encontra barreiras já que o tamanho de seu raio excede até mesmo a altura da torre principal do provedor. Isto mostra o porquê de a frequência de 5GHz ser mais sensível à barreiras do que a frequência de 2.4GHz.

Como a zona de Fresnel neste caso chega ao chão não existe a necessidade de efetuar um cálculo para saber sobre obstruções no caminho entre a torre transmissora e a antena receptora já que qualquer objeto neste caminho caracteriza uma obstrução.

Os testes iniciaram-se com a antena Airgrid M5 já descrita anteriormente e os resultados estão nas figuras a seguir:

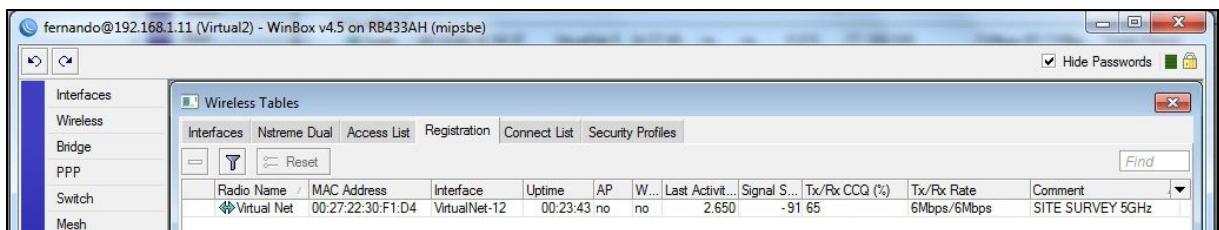


Figura 46: Site survey 5GHz ponto de embarque com a antena airgrid M5

Fonte: <http://www.ubnt.com>

A figura 46 apresentada mostra que no *site survey* foram encontrados dois AP's sendo que ambos são do provedor Virtual Net. O primeiro da lista está com SSID oculto e não pode ser selecionado, estes são procedimentos de segurança, para se conectar a esta antena é

necessário conhecer o SSID que neste caso contém caracteres especiais para evitar uma fácil conexão, além de ter de quebrar as seguranças implantadas no próprio equipamento, o sinal alcançado nesta antena repetidora que faz ponto a ponto foi de -94dBm. A antena *omni* OIW-5812OV usada nos testes com a frequência de 5GHz apresenta o SSID VirtualNet 12 mostrado na imagem e alcançou um sinal de -90dBm o que representa um sinal com fraca intensidade, mas estável. A figura 47 mostra os dados do sinal com a conexão no RouterOS:



Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal S...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
Virtual Net	00:27:22:30:F1:D4	VirtualNet-12	00:23:43	no	no	2.650	-91.65	6Mbps/6Mbps	6Mbps/6Mbps	SITE SURVEY 5GHz

**Figura 47:** Site survey 5GHz ponto de embarque com a antena airgrid M5 - RouterOS

Podemos ver na figura 47 que a antena está conectada com -91dBm de intensidade de sinal à 23 minutos sem queda, mas a taxa de transferência está em 6Mbps/6Mbps que é o mínimo para a conexão na frequência de 5GHz, o CCQ está em 65% o que não representa um sinal muito ruim. A figura 48 a seguir detalha os resultados dos testes realizados no mesmo ponto com a antena 5817CPE:



SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encrypt.	Sinal	Select
VirtualNet_12	00:0b:6b:20:c6:b9	36	AP	no	7%	<input type="radio"/>
	00:27:22:30:e2:4b	52	AP	no	4%	<input type="radio"/>

**Figura 48:** Site survey 5GHz ponto de embarque com a antena 5817CPE

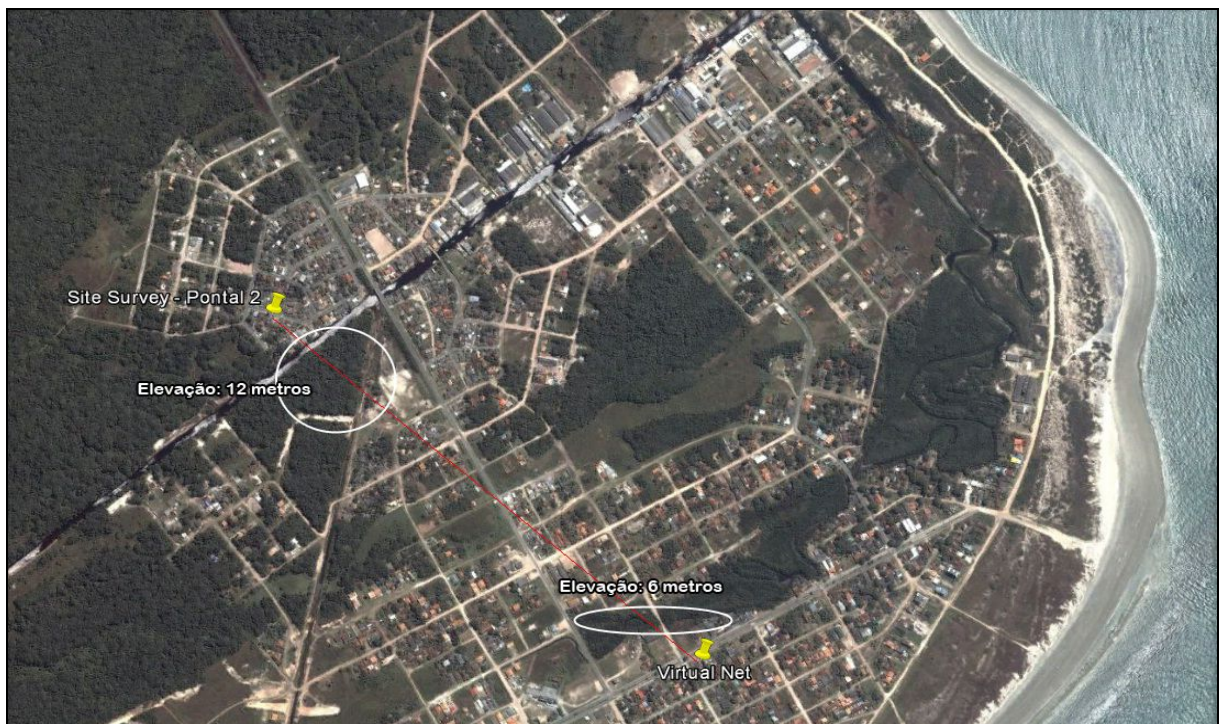
Os AP's encontrados foram os mesmos da antena Airgrid M5, porém com menor intensidade, o AP com SSID oculto apresentou um sinal instável de 4% sendo que em determinados momentos desaparecia, a antena VirtualNet 12 apresentou um sinal instável



com intensidade de 7% chegando em determinados momentos a 4% onde não foi possível realizar a conexão neste AP para mostrar os resultados no RouterOS.

## 6.2.2 BALNEÁRIO PONTAL DO SUL, PONTAL 2

Depois dos testes realizados no ponto de embarque foram realizados testes na área de Pontal 2 onde o local de teste e barreiras são os mesmos apresentados quando realizados na frequência de 2.4GHz. A figura 49 a seguir mostra o local dos testes, a antena foi elevada há uma altura de 8 metros:



**Figura 49: Site survey 5GHz Pontal 2**

A zona de Fresnel neste caso vai apresentar os mesmos resultados do cálculo anterior, já que as distâncias entre os pontos de transmissão e recepção são os mesmos:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*5)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 0,8) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,5) \quad \dots(4)$$

$$r = 21,21 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

Como o raio é de 21,21 metros, também neste caso não existe a necessidade de efetuar um cálculo para saber sobre obstruções no caminho entre a torre transmissora e a antena receptora já que qualquer objeto neste caminho caracteriza uma obstrução, pois a ZF sempre toca o chão.

Os testes exibidos na figura 49 foram iniciados com a antena Airgrid M5 e são apresentados na sequência:



Endereço MAC:	SSID	Device Name	Criptografia	Sinal / Noise, dBm	Frequência, GHz	Canal
00:27:22:30:E2:4B		Virtual Net	NONE	-79 / -83	5.26	52
00:0B:6B:20:C6:B9	VirtualNet 12	Virtual Net	NONE	-84 / -91	5.18	36
00:27:22:38:B9:0F		Virtual Net	WPA2	-88 / -99	5.765	153

Selectable SSID's must be visible and have compatible channel bandwidth and security settings

Lock to AP   Selecionar   Varredura

**Figura 50:** Site survey 5GHz Pontal 2 com a antena airgrid M5

Fonte: [www.ubnt.com](http://www.ubnt.com)

A figura 50 mostra três AP's sendo que dois deles são ocultos onde ainda um deles contém segurança WAP2 onde além de saber o SSID da antena existe a necessidade de digitar a senha necessária para a conexão. A primeira antena oculta é a mesma encontrada nos testes realizados na área do ponto de embarque para a Ilha do Mel e por estar mais de frente apresentou um bom sinal, a antena com segurança apresentou um sinal de -88dBm o que representa um sinal ruim e finalmente a antena *omni* que é a que interessa apresentou um sinal de -84dBm o que caracteriza um sinal razoável, a figura 51 mostra os dados da conexão com a antena VirtualNet 12 no RouterOS:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal S...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
Virtual Net	00:27:22:30:AC:32	VirtualNet 12	01:52:47	no	no	2.650	-86	100	12Mbps/24Mbps	SITE SURVEY 5GHz

**Figura 51:** Site survey 5GHz Pontal 2 com a antena airgrid M5 - RouterOS

A conexão apresentada na figura 51 mostra um sinal com intensidade de -86dBm e portanto de nível aceitável sendo que seu CCQ está em 100% de qualidade e a conexão está com uma durabilidade de 01h52min sem queda com uma ótima taxa de transferência apresentada em 12Mbps/24Mbps. Em seguida são apresentados os resultados conquistados com a antena 5817CPE:

SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encript.	Sinal	Select
VirtualNet 12	00:0b:6b:20:c6:b9	36	AP	no	12%	<input type="radio"/>
	00:27:22:30:e2:4b	52	AP	no	19%	<input type="radio"/>
	00:27:22:38:b9:0f	153	AP	WPA2	7%	<input type="radio"/>

**Figura 52:** Site survey 5GHz Pontal 2 com a antena 5817CPE

A figura 52 mostra os mesmos três AP's visualizados pela Airgrid M5, porém com um sinal um pouco menos qualificado apresentando em média uma queda de 5% no sinal. Os resultados da conexão com a antena VirtualNet 12 com o RouterOS são exibidos na figura 53:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal S...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
	78:44:76:0F:69:78	VirtualNet 12	00:28:23	no	no	0.160	-88	73	6Mbps/6Mbps	SITE SURVEY 5GHz

**Figura 53: Site survey 5GHz Pontal 2 com a antena 5817CPE - RouterOS**

Podemos perceber na figura 53 que a queda de sinal não é tão grande no RouterOS quanto a apresentada na antena, mas tanto a taxa de transferência quanto o CCQ apresentaram uma queda bastante acentuada caindo de 12Mbps/24Mbps para 6Mbps/6Mbps e de 100% para 73% respectivamente, o tempo de conexão está em 28min não apresentando queda.

### 6.2.3 BALNEÁRIOS VILA NOVA E ATAMI

Em função de não apresentar barreiras e do curto raio apresentado não foram realizados testes com a frequência de 5GHz nos balneários Vila Nova e Atami. A figura 54 mostra os detalhes:



**Figura 54: Site survey 5GHz balneários Vila Nova e Atami**

A figura 54 mostra o raio de atendimento da repetidora do provedor Virtual Net nos balneários Vila Nova e Atami, onde o seu ponto máximo não passa de 700 metros, não tendo problemas nenhum de histórico de conexão nestes balneários e sendo a visada completa em praticamente todos os pontos de ambos os balneários, não foram realizados os testes com as antenas da frequência de 5GHz.

#### 6.2.4 BALNEÁRIO ITATIAIA

Após o balneário de Pontal do Sul foram realizados testes no balneário Itatiaia donde o ponto de testes é o apresentado na figura 55 que se segue:



**Figura 55: Site survey 5GHz balneário Itatiaia**

São 660 metros de distância entre a repetidora que transmite o sinal e tem 18 metros de altura e a antena receptora que recebe o sinal e tem 10 metros de altura. A zona de Fresnel mostra os resultados dos cálculos:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{(0,66) / (4*5)} \quad \dots(2)$$

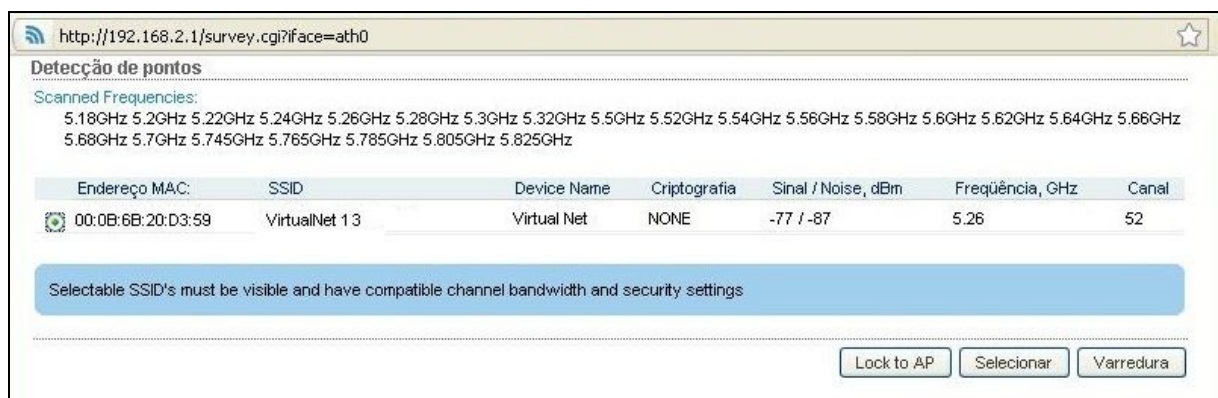
$$r = 17,32 * \sqrt{0,66 / 0,8} \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \sqrt{0,825} \quad \dots(4)$$

$$r = 15,73 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

O raio apresentado como resultado é de 15,73 metros e é maior do que a altura média da linha de propagação do sinal é de 12 metros tocando assim o chão em praticamente toda a sua extensão o que dispensa a necessidade de cálculo já que todo objeto é obstáculo.

As antenas usadas nos testes foram erguidas há uma altura de 6 metros não havendo grandes barreiras. Segue a figura 56 que os sinais alcançados com a antena airgrid M5:



**Figura 56: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5**

Fonte: <http://www.ubnt.com>

Um bom sinal de intensidade -77dBm para a antena *omni* OIW-5812OV aqui representada pelo SSID VirtualNet 13, sinal este com estatísticas mais precisas mostradas na figura 57 a seguir:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal S...	Tx/Rx CCQ (%)	Tx/Rx Rate	Comment
Virtual Net	00:27:22:30:C7:83	VirtualNet-13	00:23:43	no	no	2.650	-77	100	12Mbps/24Mbps	SITE SURVEY 5GHz

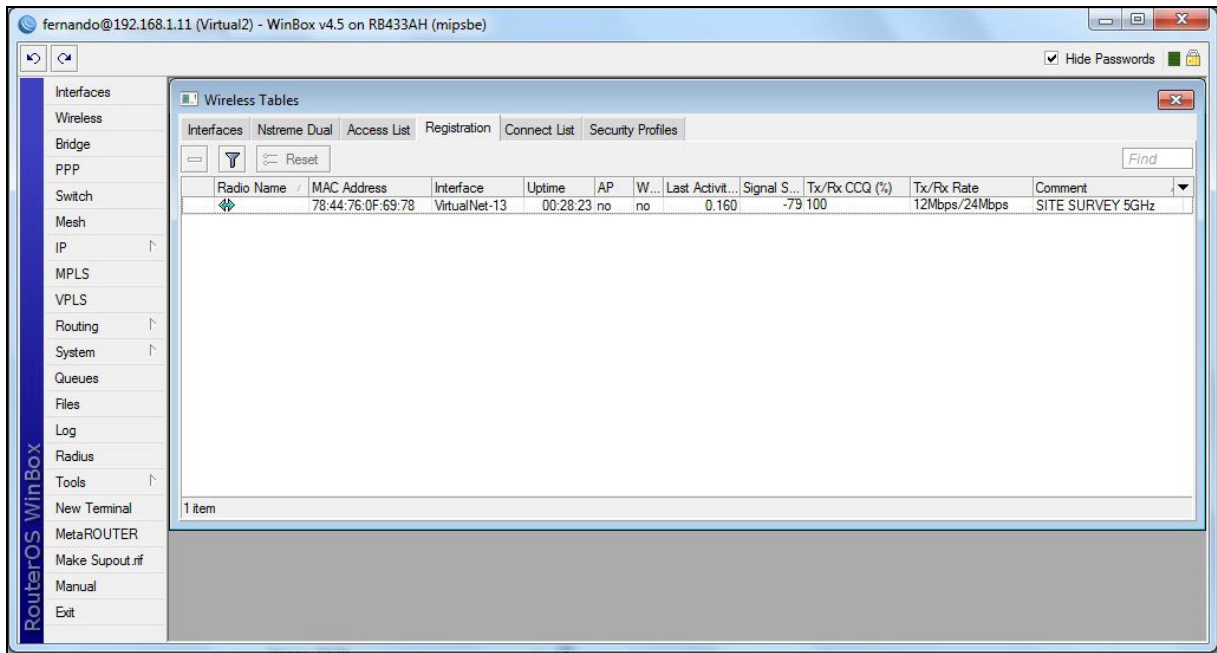
**Figura 57: Site survey 5GHz Itatiaia com a antena airgrid M5 - RouterOS**

A figura 57 exibe um sinal bom com intensidade de -77dBm sendo que a antena está conectada a 23min sem quedas e com qualidade CCQ de 100% o que mostra a estabilidade e a confirma a boa transferência de 12Mps/24Mbps. Após os testes realizados com a antena Airgrid foram apresentados os resultados da antena 5817CPE e estes podem ser acompanhados nas figuras que seguem:

SSID	BSSID	Canal	Tipo	Encript.	Sinal	Select
VirtualNet-13	00:0b:6b:20:d3:59	52	AP	no	24%	<input type="radio"/>

**Figura 58: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE**

Um bom sinal, é o que é apresentado na figura 58, com 24% este sinal não deve apresentar problemas no RouterOS e menos ainda quanto à instabilidade. Vejamos os resultados da figura 59:



**Figura 59:** Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE - RouterOS

Com uma intensidade de -79dBm, qualidade CCQ 100% e taxa de transferência de 12Mps/24Mbps o sinal está realmente estável conectado à 28min sem quedas é o resultado apresentado na figura 59, com tais dados a estabilidade é assegurada não havendo problemas quanto à qualidade e prestação de serviço do acesso à internet.

## 6.2.5 BALNEÁRIO BARRANCOS

No balneário Barrancos foram realizados os últimos testes do projeto, o local de teste é o mesmo onde foram realizados os testes com os equipamentos que trabalham na frequência de 2.4GHz e não há visada para a repetidora localizada no balneário Atami, a figura 60 mostra os detalhes:





**Figura 60:** Site survey 5GHz balneário Barrancos

Instaladas a uma altura de 10 metros a dificuldade pode estar na maior sensibilidade da frequência 5GHz quanto à barreiras. A seguir o cálculo da primeira zona de Fresnel:

A zona de Fresnel neste momento tem uma pequena alteração já que a frequência agora ao invés de 2,4 é de 5GHz:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,1) / (4*5)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,1 / 0,8) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,38) \quad \dots(4)$$

$$r = 20,34 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

São 20,34 metros de ZF o que toca o chão e encontra barreiras em toda a sua extensão por ultrapassar a média de altura da linha de propagação que é de 14 metros.

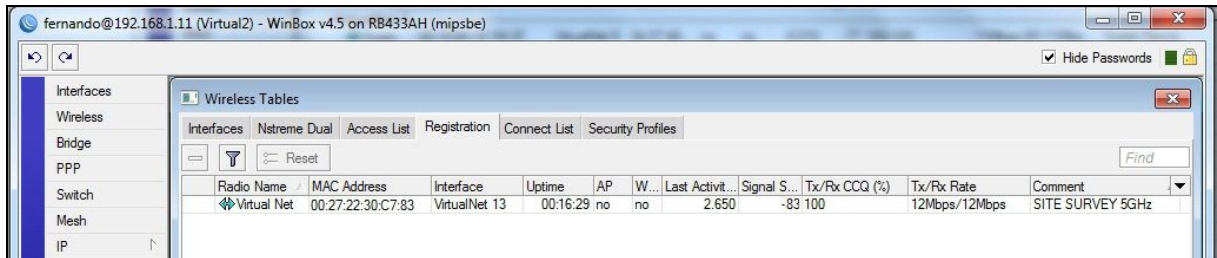
Os resultados são apresentados em seguida iniciando-se pela antena Airgrid M5:



**Figura 61: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5**

Fonte: www.ubnt.com

A figura 61 mostra um bom sinal sendo seus resultados apresentados através da figura 62 quando conectada a antena à repetidora e verificado RouterOS:



**Figura 62: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena airgrid M5 - RouterOS**

A figura 62 relata a estabilidade do sinal sendo que a antena está conectada a 16min sem queda quando apresenta um sinal com intensidade de -83dBm sendo que sua qualidade bate os 100% e sua taxa de transferência está em 12Mbps/12Mbps. Para terminar a seguir são apresentados os testes com a antena 5817CPE:



**Figura 63: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE**

Podemos observar na figura 63 que o sinal da antena VirtualNet 13 que corresponde à *omni* OIW-5812OV é razoável sendo que sua qualidade deverá estar um pouco comprometida o que deve se confirmar na figura 64 através do RouterOS:



**Figura 64: Site survey 5GHz balneário Itatiaia com a antena 5817CPE - RouterOS**

A figura 64 mostra que realmente o sinal deixou à desejar, o tempo mostra a instabilidade do sinal, houveram quedas com a conexão em média com o tempo de 5 minutos sendo que no momento a conexão estava com 2 minutos, a intensidade do sinal estava instável em -91dBm e o CCQ que indica a qualidade do sinal estava em 44%.

### 6.3 BUSCANDO SOLUÇÃO

Uma provável solução para os problemas encontrados na realização do *site survey* principalmente para a região de Pontal do Sul onde grande parte das dificuldades são encontradas, poderia ser a instalação de uma torre principal mais alta e para tanto foram realizados cálculos da ZF no local de teste do Ponto de Embarque levando em consideração uma torre de 40 metros de altura. A distância é a mesma sendo de 1.200 metros onde por fim a antena elevada no ponto de teste a 12 metros:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*2,4)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 9,6) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (0,125) \quad \dots(4)$$

$$r = 6,12 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

Como o raio apresentado é de 6,12 metros, a torre principal tendo 40 metros de altura e a antena do ponto de teste está a doze metros de altura, considerando assim a média de tais alturas que fica em 26 metros, subtraindo então o raio da zona pela altura média das antenas chega-se a conclusão de que a zona de Fresnel está a neste caso ficaria a 19,88 metros de altura.

$$r = 0,6 * 6,12 \quad \dots(1)$$

$$r = 3,67 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Subtraindo 3,67 metros de 26 metros, obstáculos de até 22,33 metros de altura não causariam qualquer tipo de interferência em se tratando da frequência de 2.4GHz.

No caso da frequência de 5GHz o resultado teria também um grande diferencial:

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((d) / (4f)) \quad \dots(1)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} ((1,2) / (4*5)) \quad \dots(2)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,2 / 0,8) \quad \dots(3)$$

$$r = 17,32 * \text{sqrt} (1,5) \quad \dots(4)$$

$$r = 21,21 \text{ metros} \quad \dots(5)$$

Tendo a torre principal 40 metros de altura e a antena do ponto de teste está a 12 metros de altura, considerando assim a média de tais alturas que fica em 26 metros, subtraindo então o raio da zona que é de 21,21 metros chega-se a conclusão de que a zona de Fresnel está a neste caso ficaria a 4,79 metros de altura em relação ao chão.

$$r = 0,6 * 21,21 \quad \dots(1)$$

$$r = 12,73 \text{ metros} \quad \dots(2)$$

Considerando que a linha de propagação do sinal está a 26 metros de altura se for subtraído o tal valor pelos 60% do raio da PZF obtém-se um valor de 13,27 o que eleva a margem de obstáculos de 0 para 13,27 metros de altura aumentando assim infinitamente a qualidade dos serviços prestados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7.1 CONCLUSÃO

O *site survey* realizado proporcionou ter uma visão melhor da realidade dos clientes atendidos, conhecer mais a fundo o ambiente onde o provedor está instalado e chegar a conclusões quanto à tecnologia até o momento utilizada.

Os equipamentos utilizados pelo provedor não se mostraram com um desempenho ruim quando testados na frequência de 2.4GHz, a não ser pela antena WR-345G que se mostrou menos eficiente do que realmente parecia ser, não teve muito êxito em atravessar barreiras já que onde haviam árvores ela se mostrou deficiente no quesito qualidade de sinal e quando comparada com a antena 2415CPE ficou evidente esta tese. Também a antena WR-3454G se mostrou menos eficiente quando realizada a busca em redes gerenciadas por antenas *omni* sendo que em todos os casos testados ela chegava a 20% de sinal menos qualificado do que a antena 2415CPE, quanto à ZF o maior problema está em Pontal do Sul onde na área do Ponto de Embarque existe 100% de obstrução e na área de Pontal 2 o percentual chega a 83,7%.

Nos testes realizados com a tecnologia de 5GHz os testes se mostraram satisfatórios não encontrando grandes problemas quanto a conexões a não ser pela zona de Fresnel que mostrou a sensibilidade da frequência de 5GHz, sendo que nas comparações entre as antenas airgrid M5 e 5817CPE a antena airgrid M5 se mostrou mais eficiente, com uma média de 8% de sinal mais qualificado, ambas as antenas mostraram um bom desempenho ao encontrar barreiras.

Para aumentar a qualidade de prestação de serviço na frequência de 2.4GHz existe a necessidade de na repetidora dos balneário Atami, Barrancos e Itatiaia eliminar a antena MM-2415o e colocar no local da mesma mais uma antena setorial OIW-2417P090H para aumentar a qualidade do sinal principalmente para o balneário Barrancos, nos demais balneários não foram encontrados problemas no sentido de equipamentos.

## 7.2 TRABALHOS FUTUROS/CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

Como trabalho futuro, realizar testes mais detalhados sobre a topografia e obstáculos existentes na região atendida pelo provedor de internet via rádio Virtual Net Informática, bem como realizar estudos com outros equipamentos para verificar soluções mais adequadas ao clima e situações encontradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PINHEIRO, José Mauricio Santos – **Site Survey. O segredo de um bom projeto.** Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_site\\_survey.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_site_survey.php)>. Acessado em 18 de ago. 2011.

WIKIPÉDIA – **Google Earth.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Google\\_Earth](http://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Earth)>. Acessado em 19 de ago. 2011.

WIKIPÉDIA – **Decibel.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Decibel>>. Acessado em 19 de ago. 2011.

FÓRUM CLUBE DO HARDWARE – **[Resolvido] Afinal do que é dbi?** Disponível em: <<http://forum.clubedohardware.com.br/resolvido-afinal-dbi/151512>>. Acessado em 21 de ago. 2011.

GUISS, Alexandre – **O que é um endereço MAC e como fazer para descobri-lo em seu computador ou smartfone.** Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/5483-o-que-e-um-endereco-mac-e-como-fazer-para-descobri-lo-no-seu-computador-ou-smartphone.htm>> acessado em 21 de ago. 2011.

OIWTECH. Disponível em: <<http://www.oiw.com.br>>. Acessado em 03 de set. 2011.

GREATEK. Disponível em: <<http://www.greatek.com.br/asp/produtos.asp?men=5&sub=1>> Acessado em 04 de set. 2011.

AQUARIO. Disponível em: <<http://www.aquario.com.br>>. Acessado em 06 de set. 2011.

UBIQUITI. Disponível em: <<http://www.ubnt.com/airgrid>>. Acessado em 10 de set. 2011.

MICHEL, Neylor. Curso de Capacitação *Lato Censo*.

VIVA SEM FIO – **LOS Line of Sight e NLOS Non Line of Sight.** Disponível em: <<http://www.vivasemfio.com/blog/los-line-of-sight-e-nlos-non-line-of-sight/>>. Acessado em 08 de nov. 2011.

NOVA NETWORK – **Zona de Fresnel.** Disponível em: <<http://www.novanetwork.com.br/suporte/calculos/fresnel.php>>. Acessado em 08 de nov. 2011.

RODRIGUES, Marcio Eduardo da Costa – **Aspectos de Rádio. Propagação.** Disponível em: <[http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio\\_rodrigues/propagacao/prop\\_03.html](http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio_rodrigues/propagacao/prop_03.html)>. Acessado em 08 de nov. 2011.



FARIAS, Paulo César Bento – **Redes Wireless – Parte IV**. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/paulocfarias/redeswireless004.asp>>. Acessado em 08 de nov. 2011.

FARIAS, Paulo César Bento – **Redes Wireless – Parte V**. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003\\_1/miguel/Capitulo5.htm](http://www.gta.ufrj.br/seminarios/semin2003_1/miguel/Capitulo5.htm)>. Acessado em 09 de nov. 2011.

WIKIPÉDIA – **Linha de Visada**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha\\_de\\_visada](http://pt.wikipedia.org/wiki/Linha_de_visada)>. Acessado em 09 de nov. 2011.

RIBEIRO, Danilo Chagas – **Rádio VHF e Linha de Visada**. Disponível em: <<http://www.popa.com.br/docs/tecnicas/vhf.htm>>. Acessado em 09 de nov. 2011.

FARIAS, Paulo César Bento – **Redes Wireless – Parte XXVII**. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/artigos/wireless/027.asp>>. Acessado em 09 de nov. 2011.

ITSGROUND – **Fresnel Zone**. Disponível em: <[http://www.itzgrund.net/de/technik/wlan/grundlagen/entfernungen/fresnel\\_zone.htm](http://www.itzgrund.net/de/technik/wlan/grundlagen/entfernungen/fresnel_zone.htm)>. Acessado em 09 de nov. 2011.