

Parte 1 - Projeto Final.

Marcelo Bittencourt do Nascimento Filho e Osvaldo da Silva Neto.

RED29005 - Prof. Jorge.

## 1. Análise *site survey* utilizando o *software* Ubiquiti.

Utilizando o *software*, foi possível definir o enlace entre as instituições conforme a Figura 1 demonstra. O círculo envolvido pela coloração verde representa o IFSC - São José e o círculo em vermelho o IFSC - Palhoça.

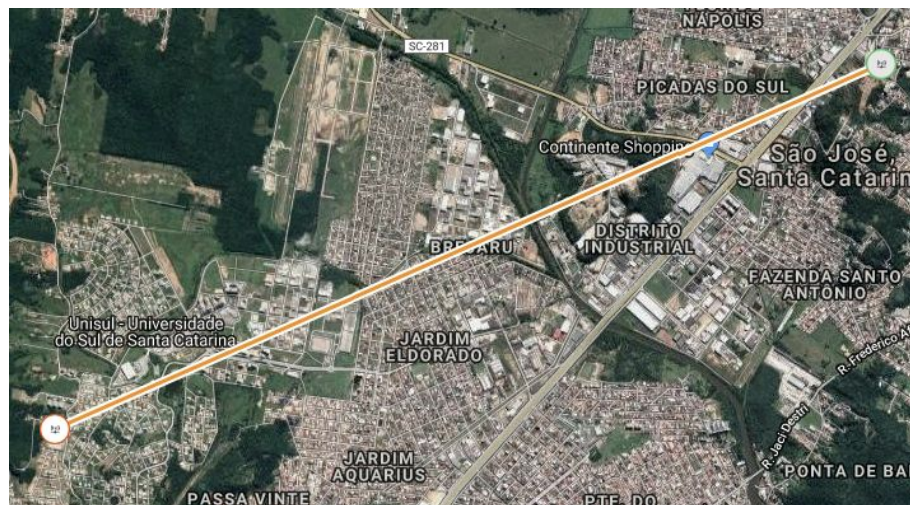


Figura 1 - Vista geográfica do enlace.

O equipamento escolhido para a construção da rede foi o Ubiquiti LiteBeam 5AC gen2, suas especificações são: Potência de saída igual a 25 dBm, ângulo de elevação de 12°, sua faixa de frequência de operação é de 5 GHz e seu ganho de 23 dBi. O canal de operação escolhido dentro da faixa de 5 GHz foi o canal 40 com frequência de 5200MHz [1]. Fazendo pesquisas em sites de vendas, foi possível encontrar um valor médio de custo de aproximadamente R\$ 399 [2].

A Figura 2 representa o *link* estabelecido entre os locais pelo ponto de vista dos obstáculos existentes no caminho, onde novamente o círculo em verde representa o IFSC - São José e o círculo em vermelho o IFSC - Palhoça. Nesta imagem é possível observar a linha de visada direta entre as estações (linha em

azul), o raio ideal da zona de Fresnel (linha contínua em amarelo) e o raio mínimo, que corresponde a 60% do raio ideal (linha pontilhada em amarelo).

O *software* também forneceu a taxa de transmissão na rede que ficou em cerca de 109 Mbps com 90% do sinal recebido pelos aparelhos, o que corresponde aproximadamente a 20% dos 80 Mbps requeridos na experiência. Outro ponto importante a ser analisado na construção da rede e que a figura 2 demonstra, é a altura que os equipamentos devem ficar para conseguirem uma boa visada direta.

Neste caso, o dispositivo que ficará no câmpus São José deverá se encontrar a 36 metros do solo e o que estará no câmpus Palhoça a 20 metros. Porém, nas duas instituições existe uma estrutura de caixa d'água com altura de 19 metros em SJ e 20 metros em Palhoça, desta forma será necessário apenas uma antena de 17 metros no IFSC-SJ e, no IFSC-Palhoça devesse apenas fixar o dispositivo no topo da estrutura, pois assim teremos uma comunicação com todos os requisitos desejados.

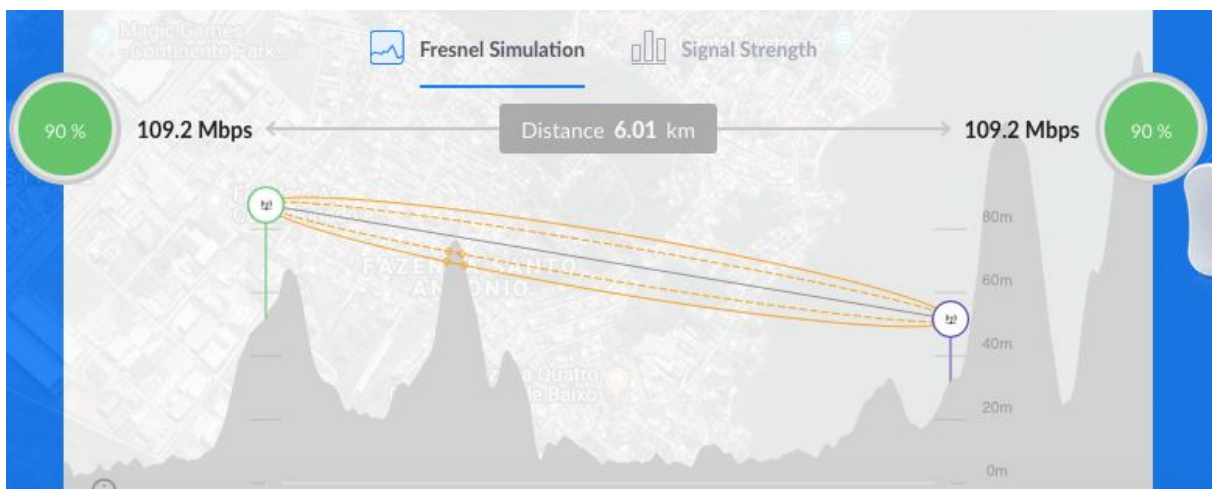


Figura 2 - Visada direta e zona de Fresnel.

Para a construção da antena, encontramos no site Mercado Livre [3] um anúncio de módulos metálicos com 2 metros de comprimento no valor de R\$ 235 cada. Assim, seria necessário desembolsar R\$ 215 para a compra da estrutura que formará a antena. Desta forma, toda a rede configurada ficaria com um custo de **R\$ 2913** (9 x R\$ 235 + 2 x R\$ 399).

Após da utilização do *software* foi necessário realizar alguns cálculos teóricos para comparar com os resultados obtidos. A equação 1 fornece o raio ideal da zona de Fresnel, região onde o sinal trabalhará com um bom desempenho. Nela, a variável D representa a distância entre os dois pontos onde estão localizados os equipamentos que se comunicarão, que no caso vale 6,01 Km e a variável F, diz respeito à frequência de operação utilizada, que foi escolhida em 5200MHz.

E para fins protocolares, será calculada a distância mínima entre o cliente e a torre de onde está sendo fornecido o seu sinal, esta distância se dá pela equação 2. Os parâmetros utilizados nela são: Altura do AP (36 metros), altura do CPE (20 metros), ângulo de elevação (12°) e ângulo de inclinação (0°).

eq. 1.....  $Raio\ ideal\ [m] = 8,656 \times \sqrt{\frac{D[Km]}{F[GHz]}}$

eq. 2.....  $dmin\ [m] = \frac{Altura\ AP - Altura\ CPE}{\tan(\frac{angulo\ elev.}{2} - angulo\ incli.)}$

Aplicando os valores nas equações chegamos a um raio ideal de 9,49 metros, o qual ficou muito próximo do raio definido pelo software, que teve valor de 9,5 metros. E a distância mínima que um CPE deve estar do seu provedor é de 152 metros. As figuras 3 e 4 demonstram que o equipamento escolhido suporta o uso de VLAN (IEEE 802.1q), STP (IEEE 802.1d) e RSTP (IEEE 802.1w).

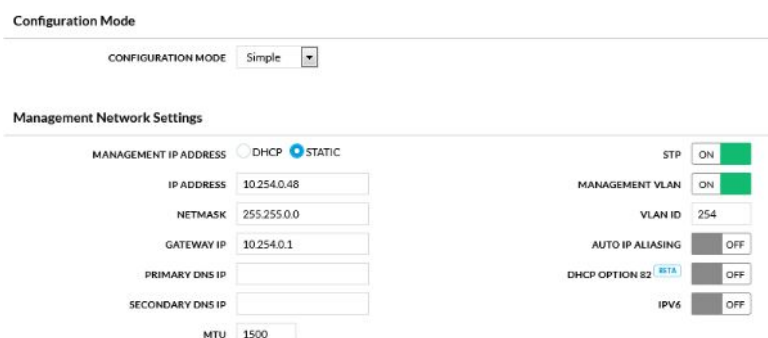


Figura 3 - Configuração de rede do equipamento.

Interfaces						
ENABLED ↑	INTERFACE	MTU	SPEED	ADVERTISED LINK MODES	FLOW CONTROL	ACTION
Yes	WLAN0	1500				
Yes	WLAN0.254	1500				
Yes	BRIDGE0	1500				
Yes	BRIDGE1	1500				
Yes	LAN0	1500	Auto 10/100/1000 Mbps	10 Mbps-Half, 10 Mbps-Full, 100 Mbps-Half, 100 Mbps-Full, 1000 Mbps-Half, 1000 Mbps-Full	Receive, Transmit	
Yes	LAN0.254	1500				

IP Aliases					
ENABLED ↑	INTERFACE	IP ADDRESS	NETMASK	COMMENT	ACTION
No data available.					
Add					

VLAN Network				
ENABLED ↑	INTERFACE	VLAN ID	COMMENT	ACTION
No data available.				

Figura 4 - Configuração de interface do equipamento.

## 2. Análise site survey utilizando o software Intelbras.

Aplicando as mesmas características dos equipamentos anteriores, porém utilizando os equipamentos fornecidos pela Intelbrás, o que escolhemos para a construção da rede foi a WOM 5A-23, suas especificações são: Potência de saída igual a 25 dBm, sua faixa de frequência de operação é de 5,47 a 5,85 GHz com um ganho de 23 dBi e ângulo de elevação de 9°[4]. A figura 5 retrata as parâmetros finais dos equipamentos configurados e a figura 6 a visada direta e a zona de Fresnel do enlace.

Perdas de espaço livre	123	dB	Margem de esmaeciment...	43	dB
Nível de sinal RX	-52.13	dBm	Distância entre Locais	6.01	km
E.I.R.P.	48.00	dBm	Disp. Durante a Chuva	n/a	Q

Compartilhar Link

Taxa de transferência (bidirecional) esperada em um ambiente sem interferência:

[Clique aqui para solicitar um orçamento para este Link](#)

Figura 5 - Configurações do equipamento.

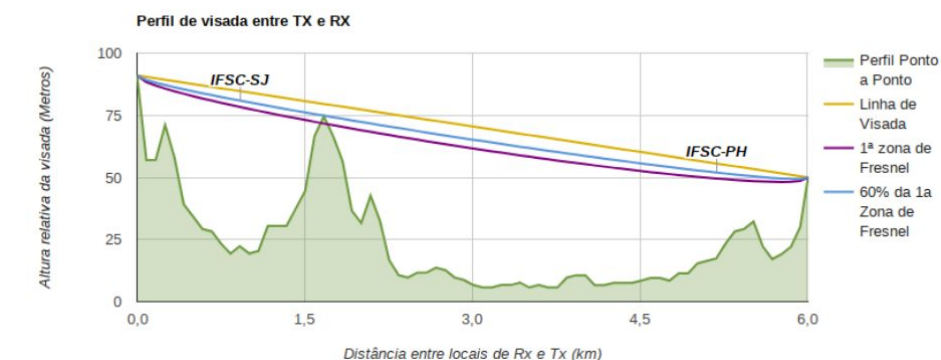


Figura 6 - Visada direta e zona de Fresnel

O canal de operação escolhido dentro da faixa de 5 GHz foi o canal 100 com frequência de 5500 MHz [4]. Um ponto importante de análise é a taxa de transmissão atingida, assim tivemos que obter o nível do sinal recebido por Rx. Esta informação pode ser adquirida observando a figura 4, que mostra que o Rx recebe cerca de -52,13 dBm. A figura 7, retrata que com esse nível de sinal a taxa de transmissão fica acima dos 300 Mbps.

Fazendo pesquisas em sites de vendas, foi possível encontrar um valor médio de custo de aproximadamente R\$ 309 [5] para cada equipamento. Após a utilização do *software* Intelbrás foi necessário realizar alguns cálculos teóricos para comparar com os resultados obtidos. Utilizando a equação 1 para descobrir o raio ideal da Zona de Fresnel, com uma frequência de operação de 5,5GHz obtivemos um raio ideal de 9,31 metros.

### Especificações técnicas

<b>Wireless</b>		WAN		IP Estático, Cliente DHCP, Cliente PPPoE
Chipset	Qualcomm Atheros 600 MHz	NAT	Sim	
Padrões	IEEE802.11 a/n	Roteamento Estático	Sim	
Tecnologia wireless	Protocolo iPoll™, MiMo 2x2	DHCP	Cliente e Servidor	
Modo de operação	Cliente (WDS), Cliente (ARP NAT), Cliente (iPoll 2 e 3), Access Point	VLAN	Gerenciamento e dados	
Faixa de frequência do rádio	5,15 - 5-85 GHz	<b>Software</b>		
Potência de transmissão	Homologado na faixa de frequência 5,47 - 5,85 GHz	Avançado wireless	DFS3, canal automático, modulação automática	
Sensibilidade de recepção	Até 25 dBm <sup>2</sup>	Segurança Wireless	WPA/WPA2-PSK, WPA/WPA2, WACL, Isolação de Clientes	
Largura de banda	300 Mbps: @ -74 dBm 54 Mbps: @ -78 dBm 1 Mbps: @ -98 dBm	Firewall	Regras por grupos, redirecionamento de porta, DMZ, bloqueio por IP e/ou MAC, UPnP	
Modulação	5, 10, 20, 40 MHz	Serviços	Servidor DHCP, Cliente NTP, Alertas, Log Remoto, Estatísticas Wireless e ethernet, controle de banda	
Taxas de transmissão de dados	802.11 a/n, OFDM (64-QAM, 16-QAM, QPSK, BPSK)	Gerenciamento	HTTP(S) GUI, SSH CLI, SNMP	
Correção de erro	MCS0~MCS15	Ferramentas	Site survey, alinhamento de antena, ping, traceroute	
Esquema de duplexação	802.11 a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mbps	<b>Características físicas</b>		
	FEC, ARQ Seletivo, STBC	Housing	Ponteira - Plástico com inibidores de UV Refletor - Alumínio	
	TDD Dinâmico	Dimensões (L x A x P)	350 x 270 x 255 mm	
<b>Antena</b>		Peso	1.100g	
Tipo	Refletor parabólico direcional com dupla polarização.	Alimentação	PoE passivo 12 - 24 Vdc	
Ganho	23 dBi	Fonte de alimentação	Entrada: 100 - 240 Vac Saída: 24 Vdc 0,75A	
<b>Interface de Dados</b>		Consumo de potência	6 W	
Interface	10/100Base-T, RJ45	<b>Ambiente de operação</b>		
Proteção antissurtos	Até 15.000 V	Temperatura	-10° a 60° C	
<b>Desempenho</b>		Umidade	5 a 95% (sem condensação)	
Taxa de transmissão nominal	300 Mbps	<b>Regulamentação</b>		
Throughput TCP efetivo	160 Mbps	Anatel	442, 506 e 609	
Pacotes por segundo (PPS)	60.000	Índice de proteção	IP66	
<b>Rede</b>				
Modos de operação	Bridge e roteador IPv4 e IPv6			

Figura 7 - Documento técnico WOM 5A-23.

Como citado anteriormente na construção da antena utilizaremos 9 (nove) módulos com 2 metros de comprimento no valor de R\$ 235 cada. Assim, seria necessário desembolsar R\$ 2115 para a compra da estrutura que formará a antena. Desta forma, toda a rede configurada ficaria com um custo de **R\$ 2733** (9 x R\$ 235 + 2 x R\$ 309). As figuras 8 e 9 demonstram [6] que o equipamento escolhido suporta o uso de VLAN (IEEE 802.1q), STP (IEEE 802.1d) e RSTP (IEEE 802.1w).

**IPv4**

Endereço IP: 192.168.25.95

Máscara de Sub-rede: 255.255.255.0

802.1d Spanning Tree:

Servidor DHCP: Ativado

Intervalo do servidor DHCP: 10.0.0.100 - 10.0.0.200

Domínio:

Tempo de Renovação (s): 7200

Figura 8 - Configuração STP.

**IPv4**

Tipo de Configuração: Cliente DHCP

Clonar Endereço MAC da WAN: 000000000000

VLAN ID: 0  Ativado

MTU: 1500

Figura 9 - Configuração Vlan.

Por fim as tabelas abaixo fornecem os custos de cada enlace de acordo com os equipamentos dos diferentes fabricantes. A figura 10 mostra os módulos metálicos utilizados para a construção da torre.

Equipamento	Modelo	Fabricante	Quantidade	Custo
Antena Wi-fi	LiteBeam 5AV gen2	Ubiquiti	2	R\$ 399
Torre	Metálica	-	9	R\$ 235
				Total: <b>R\$ 2913</b>

Tabela 1 - Orçamento Ubiquiti.

Equipamento	Modelo	Fabricante	Quantidade	Custo
Antena Wi-fi	WOM 5A-23	Intelbras	2	R\$ 309
Torre	Metálica	-	9	R\$ 235
				Total: <b>R\$ 2733</b>

Tabela 2 - Orçamento Intelbras.



Figura 10 - Módulo metálico para a construção da torre.

### 3. Referências

[1] [https://dl.ubnt.com/datasheets/LiteBeam/LiteBeam\\_AC\\_Gen2\\_DS.pdf](https://dl.ubnt.com/datasheets/LiteBeam/LiteBeam_AC_Gen2_DS.pdf)

[2] [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-907005841-ubiquiti-litebeam-lbe-5ac-gen2-br-23dbi-envio-imediato- JM?matt\\_tool=43499725&matt\\_word&gclid=Cj0KCQjwglLoBRDyARIsACRAZe5z6I1XGAYelJMdPhFFVP4uI5W4Y65P1fxG3\\_aaUn3N-dhQGPhX67kaAlteEALw\\_wcB&quantity=1](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-907005841-ubiquiti-litebeam-lbe-5ac-gen2-br-23dbi-envio-imediato- JM?matt_tool=43499725&matt_word&gclid=Cj0KCQjwglLoBRDyARIsACRAZe5z6I1XGAYelJMdPhFFVP4uI5W4Y65P1fxG3_aaUn3N-dhQGPhX67kaAlteEALw_wcB&quantity=1)

[3] [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1029973429-modulos-para-torre-telecom-internet-telefoniarural-etc- JM#reco\\_item\\_pos=0&reco\\_backend=machinalis-seller-it-ems&reco\\_backend\\_type=low\\_level&reco\\_client=vip-seller\\_items-above&reco\\_id=7b8e33e4-6639-4925-8216-40d4d0095790](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1029973429-modulos-para-torre-telecom-internet-telefoniarural-etc- JM#reco_item_pos=0&reco_backend=machinalis-seller-it-ems&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=7b8e33e4-6639-4925-8216-40d4d0095790)

[4] [https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2019-03/Datasheet\\_WOM\\_5a-23\\_01-19.pdf](https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2019-03/Datasheet_WOM_5a-23_01-19.pdf)

[5] <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-984399111-wom-5a-23-antena-23-dbi-mimo-2x2-intelbras-cpe-litebeam- JM?quantity=1>

[6] [http://es.intelbras.com.br/sites/default/files/downloads/manual\\_wom\\_5a-23\\_portugues\\_01-18\\_site.pdf](http://es.intelbras.com.br/sites/default/files/downloads/manual_wom_5a-23_portugues_01-18_site.pdf)