

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Flávio Gomes Figueira Camacho

Estudo de viabilidade do uso da tecnologia 802.11 para cidades digitais

NITERÓI

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Flávio Gomes Figueira Camacho

Estudo de viabilidade do uso da tecnologia 802.11 para cidades digitais

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações.

Área de concentração:

Comunicação de dados multimídia

Orientador:

LUIZ CLAUDIO SCHARA MAGALHÃES

NITERÓI

2016

FLÁVIO GOMES FIGUEIRA CAMACHO

Estudo de viabilidade do uso da tecnologia 802.11 para cidades digitais.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações. Área de concentração: Comunicação de dados multimídia

Aprovada em XX de Setembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof°. Dr. Luiz Claudio Schara Magalhães

Universidade Federal Fluminense (UFF) – Orientador

Prof°. Dr. João Marcos Meirelles da Silva

Universidade Federal Fluminense (UFF)

Prof°. Dr. Sidney Cunha de Lucena

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio)

NITERÓI

2016

À minha esposa.

Agradecimentos

Agradeço a minha esposa pelo apoio em cada decisão que tomei, pela paciência e compreensão estando ao meu lado em todas as horas que precisei.

Agradeço ao meu orientador, Professor Schara, por acreditar em mim e pela amizade, ensinamentos, conselhos, exemplos, incentivo e orientação. Agradeço ao Professor Malcher por me dar a oportunidade de realizar um sonho. Agradeço também ao Professor Carrano pelo apoio e atenção.

Por fim, um obrigado a todos que, mesmo não sendo citados aqui, contribuíram direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

Resumo

O trabalho de destina a verificar a viabilidade de utilização da tecnologia 802.11 para a construção de uma rede de telecomunicações para conexão dos próprios municipais a fim de formar a base para implantação de uma cidade digital.

Palavras-Chave: Wi-fi, 802.11, Cidades digitais, Redes de telecomunicações.

Abstract

The work is intended to verify the feasibility of using 802.11 technology for the construction of a telecommunications network to connect the municipalities themselves in order to form the basis for the implementation of a digital city.

Palavras-Chave: Wi-Fi, 802.11, Digital Cities, telecommunications networks.

Lista de Figuras

Figura 1 – Vista Aérea da Ilha de Madre de Deus.....	24
Figura 2 – Torre do Cemitério.....	33
Figura 3 – Torre da Prefeitura.....	34
Figura 4 – Torre da Quadra.....	35
Figura 5 – Posicionamento das Torres.....	36
Figura 6 – Posicionamento das torres 2.....	36
Figura 7 – Enlace Prefeitura x Torre do Cemitério.....	39
Figura 8 – Simulação Prefeitura x Torre do Cemitério.....	40
Figura 9 – Enlace Prefeitura x Torre da Quadra.....	41
Figura 10 – Simulação Prefeitura x Torre da Quadra.....	42
Figura 11 – Enlace Torre da Quadra x Torre do Cemitério.....	44
Figura 12 – Simulação Torre da Quadra x Torre do Cemitério.....	45
Figura 13 – Diagrama de Irradiação da Prefeitura.....	47
Figura 14 – Diagrama de Irradiação da Torre da Quadra.....	47
Figura 15 – Diagrama de Irradiação da Torre do Cemitério.....	47
Figura 16 – Raio de Atuação das Torres.....	48
Figura 17 – Mapa de Cobertura de Todos os Prédios Públicos.....	48
Figura 18 – Frequências Torre da Quadra.....	49
Figura 19 – Frequências Torre do Cemitério.....	50
Figura 20 – Frequências Prefeitura.....	50
Figura 21 – Sobreposição das Frequências.....	51
Figura 22 – Gráficos de consumo de banda da Secretaria de Educação.....	59
Figura 23 – Tela do Analisador de Espectro Teixeira de Freitas.....	60
Figura 24 – Torre Secretaria de Infraestrutura e Transporte.....	63
Figura 25 – Torre EMEI Vinicius de Moraes.....	64
Figura 26 – Torre Programa Bolsa Família.....	65
Figura 27 – Torre PSF Bela Vista II.....	66
Figura 28 – Posicionamento das Torres.....	67
Figura 29 – Interligação das Torres.....	67
Figura 30 – Enlace Torre Secretaria de Infraestrutura x PSF Bela Vista II.....	69
Figura 31 – Simulação Torre da Secretaria de Infraestrutura x PSF Bela Vista II.....	70
Figura 32 – Enlace Torre PSF Bela Vista II x Torre Programa Bolsa Família.....	71
Figura 33 – Simulação Torre PSF Bela Vista II x Torre Programa Bolsa Família.....	72
Figura 34 – Enlace EMEI Vinicius de Moraes x Programa Bolsa Família.....	73
Figura 35 – Simulação EMEI Vinicius de Moraes x Programa Bolsa Família.....	74
Figura 36 – Enlace S. M de Infraestrutura x EMEI Vinicius de Moraes.....	76
Figura 37 – Simulação S. M de Infraestrutura x EMEI Vinicius de Moraes.....	76
Figura 38 – Anel Principal de Fibra (Madre de Deus).....	98
Figura 39 – Ramificações do Anel de Fibra (Madre de Deus).....	99

Lista de Tabelas

Tabela 1 – PIB de Teixeira de Freitas.....	26
Tabela 2 – Especificação dos Rádios.....	30
Tabela 3 – Uso de Frequências.....	52
Tabela 4 – Sinal Calculado Para Cada Ponto.....	53
Tabela 5 – Locais e Bandas Previstas.....	55
Tabela 6 – Composição de Preços.....	56
Tabela 7 – Gastos com telefonia (referência 11/2013).....	57
Tabela 8 – Gastos com dados (referência 11/2013).....	57
Tabela 9 – Gastos total com telecomunicações (referência 11/2013).....	57
Tabela 10 – Levantamento de consumo de banda nos pontos da prefeitura.....	60
Tabela 11 – Uso de Frequências Madre de Deus.....	78
Tabela 12 – Sinal Calculado para Cada Ponto de Teixeira de Freitas.....	80
Tabela 13 – Banda por Unidade da Prefeitura.....	88
Tabela 14 – Composição de preços do Site Survey para Teixeira de Freitas.....	92
Tabela 15 – Distancia dos Cabos de Fibra (Madre de Deus).....	100
Tabela 16 – Custos Rede de Fibra Óptica.....	103
Tabela 17 – Comparativo entre as Cidades Estudadas.....	106

Sumário

1	Introdução.....	14
1.1	Motivação e Objetivos.....	15
1.1.1	Objetivo gerais.....	15
1.2	Principais contribuições:.....	16
1.3	Estado da arte.....	18
1.3.1	WiMax.....	18
1.3.2	Fibra.....	18
1.3.3	Rádios Licenciados.....	18
1.3.4	Cabos metálicos.....	19
1.3.5	Avaliação técnica e econômica.....	19
1.4	Organização do trabalho.....	20
1.5	Metodologia de Trabalho Adotada.....	20
1.6	Ferramentas utilizadas.....	21
1.6.1	GPS – Global Positioning System.....	21
1.6.2	RADIO MOBILE.....	21
1.6.3	GOOGLE EARTH.....	21
1.6.4	ANALIZADOR DE ESPECTRO.....	22
1.7	Apresentação Cidade de Madre de Deus.....	23
1.8	Apresentação Cidade de Teixeira de Freitas.....	25
2	Projeto Infovia - Rádio.....	27
2.1	Requisitos.....	27
2.1.1	Redundância dos enlaces de rádio.....	27
2.1.2	Capacidade.....	27
2.1.3	Atraso.....	27
2.1.4	Jitter.....	28
2.1.5	Perda de pacotes.....	28
2.2	Metodologia.....	29
2.2.1	Métricas para avaliação.....	29
2.2.2	Levantamento dos serviços.....	30
2.2.3	Avaliação do espectro eletromagnético.....	31
2.2.4	Escolha dos locais.....	31

2.2.5	Planejamento de uso de frequências.....	31
3	Projeto Infovia Madre de Deus - Rádio.....	32
3.1	Construção do BackBone – Madre de Deus.....	32
3.1.1	Torre do Cemitério.....	33
3.1.2	Torre do Prédio da Prefeitura.....	34
3.1.3	Torre da Quadra de Esportes.....	35
3.1.4	Posicionamento das Torres.....	36
3.1.5	Enlace do Prefeitura x Torre do Cemitério.....	38
3.1.6	Enlace do Prefeitura x Torre da Quadra.....	41
3.1.7	Enlace Torre do Cemitério x Torre da Quadra.....	43
3.2	Construção da Rede de Distribuição.....	46
3.2.1	Diagramas de Irradiação das Torres.....	47
3.2.2	Raio de atuação das Torres com 800m de raio.....	48
3.2.3	Planejamento do uso de frequências e geometria de irradiação.....	49
3.3	Sinal Calculado Para Cada Ponto.....	53
3.4	Taxa de Contenção (TC).....	54
3.5	Composição de Preços Site Survey.....	56
4	Projeto Infovia Teixeira de Freitas – Rádio.....	57
4.1	Levantamento e Caracterização da Situação Atual.....	57
4.2	Coleta de dados para análise.....	59
4.3	Construção do BackBone.....	61
4.3.1	Torre da S.M. Infra. e Transporte.....	62
4.3.2	Torre do EMEI Vinicius de Moraes.....	63
4.3.3	Torre do Programa Bolsa Família.....	64
4.3.4	Torre do PSF Bela Vista.....	65
4.3.5	Posicionamento das Torres.....	66
4.3.6	Enlace S.M. Infra. e Transporte x PSF Bela Vista II.....	67
4.3.7	Enlace PSF Bela Vista II x Programa Bolsa Família.....	70
4.3.8	Programa Bolsa Família x Emei Vinícius de Moraes.....	72
4.3.9	Emei Vinícius de Moraes x S.M. Infra. e Transporte.....	74
4.4	Construção da Rede de Distribuição.....	76
4.4.1	Planejamento do uso de frequências e geometria de irradiação.....	77
4.5	Tabela de Sinal Calculado para cada ponto.....	78
4.6	Taxa de Contenção (TC).....	86

4.7	Composição de Preços Site Survey.....	90
5	Projeto Infovia Madre de Deus - Fibra.....	91
5.1	Requisitos.....	91
5.1.1	Fibras em anel e redundantes.....	91
5.1.2	Capacidade.....	91
5.1.3	Atraso.....	91
5.1.4	Jitter.....	91
5.1.5	Perda de pacotes.....	92
5.2	Construção do BackBone.....	92
5.3	Objetivo:.....	92
5.4	Descritivo do Projeto.....	92
5.4.1	Os serviços compreendem:.....	92
5.5	Etapas do Projeto.....	93
5.5.1	Primeira etapa:.....	93
5.5.2	Segunda etapa:.....	97
5.6	Composição de Preços Rede de Fibra.....	100
6	Conclusões.....	103

1 Introdução

Em termos técnicos, uma CIDADE DIGITAL é a interconexão de órgãos públicos e diversas entidades, modernizando e solucionando problemas de comunicação. Ampliar e investir nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) é visto, hoje, como uma tarefa primordial do setor público, para que haja aumento de eficiência na prestação de serviços aos cidadãos.

Logo uma Cidade Digital tem como objetivo a modernização da gestão pública interligando a prefeitura às demais repartições como telecentros, escolas, secretarias, postos de saúde e demais órgãos públicos, tornando assim a comunicação ágil e deixando a cidade autônoma, diminuindo gastos com provedores, suporte técnico, assistências técnicas e demais serviços de terceiros. O projeto promove a inclusão digital, com a melhora da assistência social, aumento da arrecadação municipal, melhora na captação de recursos, incentivos fiscais e financeiros, assim como ajuda no pleno desenvolvimento da cidade nos meios tecnológico, cultural, educacional, econômico e comercial.

Levando interconexão digital à prefeitura e demais órgãos públicos, podemos prover serviços como acesso a rede mundial de computadores (internet), acesso a dados corporativos, imagens e Voz sobre IP (VoIP).

1.1 Motivação e Objetivos

Construir uma cidade digital, envolve a interligação de todos os prédios públicos, para implementar isso a prefeitura tem duas opções: contratar o serviço de uma operadora de telecomunicações, o que acarreta custos mensais e altos para a prefeitura, ou optar por construir uma infraestrutura própria que atenda as necessidades da mesma.

As tecnologias atualmente utilizadas para construção de redes metropolitanas, são o par metálico, fibra ótica ou rádios que podem ser licenciados ou WiMax. Todas estas soluções apresentam um custo altíssimo para a prefeitura sendo que a maioria delas não consegue arcar com os custos de implantação e manutenção.

A Motivação do presente trabalho é estudar a possibilidade de utilizar a tecnologia de rede sem fio local para implementar uma rede metropolitana, capaz de fornecer os serviços de conectividade que a prefeitura precisa. Estes equipamentos não foram construídos com esta finalidade, mas apresentam um custo muito baixo devido a grande demanda global por redes locais sem fio.

Esta tecnologia poderia ser uma alternativa de baixo custo o que permitiria a implantação em municípios com poucos recursos financeiros.

1.1.1 Objetivo gerais

O protocolo 802.11 conhecido como Wi-fi não foi concebido para utilização outdoor ou para interligação de prédios, ele é um protocolo de rede sem fio local, projetado para funcionar nas mesmas distancias que os cabos atendem, ou seja, próximo de 100m. Só que o custo dos equipamentos fabricados com esta tecnologia caiu muito devido a altíssima escala de produção, o objetivo do estudo é verificar a viabilidade técnica e econômica de implementar uma cidade digital com esta tecnologia.

A hipótese que se deseja verificar é:

“É possível usar a tecnologia wireless 802.11 em vez de fibra ótica para construção de uma cidade digital? Quais parâmetros devem ser obedecidos?”

1.2 Principais contribuições:

A principal contribuição prática do presente estudo seria oferecer uma alternativa para a construção de cidades digitais, através de uma tecnologia que não foi desenvolvida com esta finalidade. Isso reduzirá do custo de implantação da infraestrutura devido a adoção de uma tecnologia muito mais barata que as atualmente utilizadas, surtindo efeitos na:

Administração Pública: integração de todas as entidades diretas e indiretas; integração das estruturas tributária, financeira e administrativa; aumento da arrecadação tributária; melhoria da fiscalização; acesso imediato às informações e serviços; comunicação telefônica via voz sobre IP.

Educação: Integração das escolas a outras instituições de pesquisa e ensino; laboratórios de informática; acesso a acervos de livros e documentos históricos; capacitação dos professores; ensino a distância (e-learning); oficina de informática e capacitação técnica dos alunos.

Saúde: Gestão integrada dos centros de assistência à saúde; interligação com serviços de emergência como o Corpo de Bombeiros e a Defesa Civil; uso de novas tecnologias, tais como videoconferência e telemedicina; prontuário on-line; agendamento de consultas on-line; controle de estoques e farmácia.

Segurança: Interligação via computadores de órgãos como as polícias Civil e Militar e o Corpo de Bombeiros; instalação de câmeras de vigilância em pontos mais vulneráveis da cidade para monitoramento; gravação e recuperação de vídeos como provas de crimes; maior integração entre as polícias militar e municipal; sistemas de telemetria e monitoramento à distância.

Turismo: Acesso à Internet aberta para turistas; divulgação de pontos turísticos; interação entre a população local e visitante; disponibilização de conteúdo via Internet; venda de produtos.

Negócios: Acesso à Internet sem fio para pequenos empresários; redução de custos de telefonia, das entidades de classe ou empresários de outra cidade/região através da Internet ou da telefonia VoIP; incentivo à aquisição de tecnologia; incentivo à investidores externos; atração de novos negócios para a cidade.

Cidadania: Instalação de telecentros; disseminação de terminais para consultas e reclamações por parte dos cidadãos (quiosques); acesso à Internet para os cidadãos, produção de conhecimento.

1.3 Estado da arte

Todas as operadoras de telecomunicações que constroem redes metropolitanas se utilizam das seguintes tecnologias:

1.3.1 WiMax

Tecnologia desenvolvida pelo grupo de trabalho do IEEE 802.16 que se destina a redes metropolitanas sem fio, tem o custo de equipamentos muito alto devido pois sua escala de produção mundial é muito pequena, devido a baixa adoção pelas empresas de telecomunicações, o que encarece sua aplicação.

1.3.2 Fibra

Para redes metropolitanas existem várias tecnologias que utilizam a fibra como meio de transmissão, em todas elas utiliza-se a fibra monomodo o que pode variar são os ativos que se conectarão em ambas as pontas. O lançamento e manutenção de uma rede de fibra que atenda a todos os prédios públicos implicam em um custo muito alto, apesar de oferecer as melhores características de qualidade como latência, perda de pacotes e banda. Nenhuma outra tecnologia é capaz de transportar tanta informação quanto esta. Ela ainda tem outra vantagem, o aumento da velocidade se dá apenas pela troca dos ativos em ambas as pontas da comunicação o que preserva o investimento no cabeamento lançado.

1.3.3 Rádios Licenciados

Rádios de frequência licenciada são uma alternativa utilizada onde não haverá problemas de interferência visto que a frequência será homologada e designada pela Anatel para utilização exclusiva pela prefeitura. Estes equipamentos são altamente robustos e muito resistentes a falhas, normalmente vem com fontes redundantes e interfaces de rádio também redundantes o que proporciona uma excelente qualidade e disponibilidade de serviço. Sua latência é muito baixa, mas os preços são extremamente altos.

1.3.4 Cabos metálicos

Com os cabos metálicos pode ser implantada uma família de tecnologias DSL, como ADSL, VDSL, HDSL... todas tem limitações de alcance, onde entre a central e o assinante a distância máxima é de aproximadamente 3Km. A complexidade de montar tal estrutura é muito alta, o custo do cabo de cobre hoje é maior do que a fibra. Esta tecnologia também tem limitações de banda muito maiores do que a fibra e os rádios licenciados.

1.3.5 Avaliação técnica e econômica

	WiMax(1)	Fibra(2)	Rádio Licenciado(3)	Cabo Metálico(4)
Alcance	80Km	40Km	80Km	3Km
Banda	120Mbps	2.5Gbps	400Mbps	24Mbps
Custo(5)	R\$ 8.900,00	R\$ 16.400,00	R\$ 45.324,90	R\$ 12.567,00

(1) Radios Cannopy Motorola

(2) OLT Furukawa

(3) Rádios Ericsson Mini-link TN 6P de 6,5Ghz com antenas de 0.9m

(4) DSLAN Dlink DAS-3324

(5) Ligação entre ponto A e ponto B distantes 10Km um do outro com linha de visada desobstruída.

1.4 Organização do trabalho

O trabalho está dividido em seis capítulos, sendo o primeiro com a introdução que apresenta a motivação do trabalho e seus objetivos, o estado da arte das tecnologias utilizadas para a solução dos problemas propostos, descreve as ferramentas utilizadas durante a dissertação e apresenta as cidades que vão ser utilizadas durante o estudo. No segundo capítulo são apresentados os requisitos e a metodologia proposta para implantação de uma infraestrutura de telecomunicações para uma construção de uma cidade digital utilizando rádios com o protocolo 802.11. No terceiro capítulo a metodologia é aplicada a um caso real, que é a cidade de Madre de Deus na Bahia, onde monta-se um projeto com todas as características e simulações em computador a fim validar e aplicar em um caso real a metodologia apresentada no capítulo dois. No terceiro capítulo aplicou-se novamente toda a metodologia só que agora a cidade de Teixeira de Freitas na Bahia, que é dez vezes maior que a anterior. No quarto capítulo foi feito um projeto para atendimento a cidade de Madre de Deus utilizando-se a tecnologia de fibra ótica, que para que se pudesse comparar com a nossa metodologia utilizando rádios não licenciados. No sexto capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho.

1.5 Metodologia de Trabalho Adotada

Realizar visita de campo nos Municípios de Teixeira de Freitas e Madre de Deus para executar um **Site Survey** para coleta de informações sobre a Rede de Telecomunicações, taxa de contenção e de avaliação de cobertura, para elaboração de Projeto Básico para **Infovia Digital** em ambos os municípios.

Para facilitar as atividades em campo, durante as visitas executou-se o georeferenciamento de todos os pontos de presença das mesmas no mapa, utilizando um GPS;

Todos os pontos georeferenciados foram plotados no Google Earth para projetar o cabeamento necessário para a cobertura de todos os prédios públicos. Com esta ferramenta foi possível determinar os melhores caminhos e determinar as distancias estimadas com razoável precisão.

Este mesmos pontos foram lançados no Radio Mobile para executar as simulações de todos os radio enlaces validando a viabilidade dos mesmos, tanto em frequências não licenciadas quanto nas licenciadas. Todos os datasheet dos equipamentos foram passados para o Radio Mobile para maior precisão nos resultados.

1.6 Ferramentas utilizadas

1.6.1 GPS – Global Positioning System

Através de um telefone celular Samsung Galaxy Note 4, que é dotado de um aparelho receptor de GPS, é possível obter a latitude, longitude dos pontos importantes ao projeto de Cidade Digital, durante um levantamento, facilitando a sua localização posterior em mapas ou em imagens de satélites.

1.6.2 RADIO MOBILE

O Radio Mobile [CITATION htt \l 1046] é um software de auxílio do planejamento de enlaces de rádio. Através dele é possível informar as características do enlace – localização, tipo e ganho das antenas, potência do transmissor – que, juntamente com um mapa virtual, prevê o desempenho de enlaces, perdas, informa a ocorrência de obstáculos, etc.

Para a criação do mapa virtual, é necessário informar ou obter os dados de elevação através de download de um sitio especializado, como o <http://www.usgs.gov> ou o <http://www.cplus.org/rmw/dataen.html>. O software Radio Mobile aceita os formatos SRTM, DTED e GOTOP30.

1.6.3 GOOGLE EARTH

Através do Google Earth foi possível acessar imagens de satélites, do ponto de visão na altitude mais conveniente ao usuário, marcar pontos para representação de prédios, equipamentos, e outros recursos importantes, marcar e calcular distancias e caminhos, etc. Traçar curvas de nível...

1.6.4 ANALIZADOR DE ESPECTRO

Uma analisador de espectro pode auxiliar no levantamento de campo, identificando sinais – potência, frequência e localização – que podem vir a criar interferência na rede a ser implantada. Pode também, após a implantação da nova rede, verificar se as características obtidas estão conforme as planejadas nos modelos de enlaces de rádio.

1.7 Apresentação Cidade de Madre de Deus

O município de Madre de Deus está localizado na região metropolitana do Estado da Bahia, com uma área de 32,201 Km², e com uma população estimada, em 2013, de 19.600 habitantes.

O município é localizado em uma ilha. Sua ligação com o continente é através dos municípios de Candeias e São Francisco do Conde. Apenas 100 metros a separam do continente e uma ponte foi construída no fim dos anos cinquenta com a criação do terminal marítimo da Petrobrás. Com a maré baixa é possível atravessar a pé de um lado para o outro. A ilha situa-se na Baía de Todos os Santos, a maior do Brasil. O município antes pertencia a Salvador e emancipou-se no fim dos anos oitenta. Além do terminal marítimo da Petrobrás, outras atividades são a pesca artesanal e o turismo, pois trata-se de uma região de praias. É uma região marcada por fortes agressões ecológicas, oriundas da indústria petrolífera, sendo marcantes na história do Município e os derramamentos de petróleo de 1992 e 1999.

O município é subdividido em duas macro áreas: a Ilha de Madre de Deus e a Ilha de Maria Guarda. A ilha de Madre de Deus, por sua vez, se divide nos bairros do Centro, Suape, Cação, Marezinha, Mirim, Alto do Paraíso, Apicum, Nova Madre de Deus e Quitéria.

De 1991 até 2013, o município saltou de 9.183 para 19.300 habitantes, de forma desordenada, criando dois novos bairros: Quitéria Nova e Cururupeba. Quitéria Nova é um bairro que foi planejado pelo poder público, para abrigar os habitantes de Quitéria Velha, tendo em vista as ameaças ambientais, que comprometiam o habitat dos manguezais. Entretanto, devido à falta de poder de polícia da Administração Municipal e à outras interveniências ocorridas na história política do Município, Quitéria Velha continua ameaçada com invasões e construções irregulares. Cururupeba já um bairro iniciado por invasões, no qual a Administração Municipal, buscando o princípio da ordem pública, assumiu a região como bairro e iniciou um programa de requalificação urbana.

No período do verão, o município de Madre de Deus recebe muitos turistas, aumentando a dificuldade da manutenção da ordem pública, haja vista as ocorrências de estacionamento irregulares, presença desordenada de ambulantes, acúmulo de lixo nas vias públicas e nas praias, e aumento do uso e tráfego de drogas.

Devido aos fatos expostos acima, o Município atualmente perpassa por uma sensível troca de valores, observando um aumento da pobreza e, conseqüentemente, da violência na cidade. Mediante à estas observações e à demais conjunturas diagnosticadas, a Prefeitura Municipal de Madre de Deus e a Universidade Federal Fluminense celebraram uma cooperação técnico-científica, visando qualificar e construir uma nova governança pública, abarcada nos princípios da ciência, tecnologia e inovação.

A prefeitura é muito pequena e fica situada em uma ilha a 60Km de Salvador, da área total do município de 32Km², mais da metade da ilha é ocupada pela Petrobrás, o relevo é muito plano, com o ponto mais alto do município tendo 28m.

A cidade é muito rica, recebe quase 32 milhões por ano só de royalties de petróleo, pois todo o petróleo da Bahia é despejado no porto de Madre de Deus, e transportado por oleodutos até a cidade vizinha onde fica a refinaria.



Figura 1 – Vista Aérea da Ilha de Madre de Deus

O prefeito é uma pessoa que ao entrar na política não tinha quase nenhuma instrução, fez o 2º grau e se formou em administração de empresa durante o seu mandato de vereador, hoje faz pós-graduação em gestão municipal em Salvador.

Ele tem um perfil muito profissional, as técnicas de gestão que ele estudou na faculdade quer levar para a administração pública, disse mais de uma vez que precisa de que os secretários o alimentem com dados para que ele possa tomar a melhor decisão, não dependendo de intuição ou percepção pessoal dos fatos, mas baseado em informações estatísticas e matemáticas.

Ele quer mudar totalmente o perfil da cidade, trazendo uma administração profissional, e com dados científicos, só que ele não tem mão de obra para isso, onde entrou a UFF, que ele entende que tem o corpo técnico que vai ajudá-lo a chegar onde ele quer.

1.8 Apresentação Cidade de Teixeira de Freitas

O município de Teixeira de Freitas está localizado no sul do Estado da Bahia, com uma área de 1 163,828 Km², e com uma população estimada, em 2013, de 157.804 habitantes, fica situada em uma distância de 811Km de Salvador.[CITATION Dan14 \l 1046]

A cidade de Teixeira de Freitas não surgiu por obra do acaso. Nasceu, sim, de uma série de transformações na política do estado, do país e das rotas de comerciantes que tanto favoreceram a posição central da cidade, que é situada a beira da BR 101 uma das mais importantes rodovias do Brasil, que liga todo o litoral do país.[CITATION Dan14 \l 1046]

O Produto Interno Bruto (PIB) de Teixeira de Freitas em 2013 era de aproximadamente 1,8 bilhões de reais. Do valor total do PIB teixeirense no referido ano, 63,4 milhões advieram do Setor primário, 187,5 milhões do Setor secundário, 992 milhões do Setor terciário, 353,8 milhões recebidos do Estado e União e 175,8 milhões foram arrecadados com impostos sobre produtos líquidos de subsídios a preços correntes. O PIB per capita era de pouco mais de 11,5 mil reais. [CITATION IBG16 \l 1046]

Em 2010, 71,4% da população acima de 18 anos era economicamente ativa, enquanto 8,7% dessa população estava desempregada. Das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 22,75% trabalhavam no setor agropecuário, 2,82% na indústria extrativa, 6,45% na indústria de transformação, 8,80% no setor de construção, 1,06% nos setores de utilidade pública, 15,06% no comércio e 37,21% no setor de serviços. [CITATION atl16 \l 1046]

Entre 1991 e 2010, a renda per capita média do teixeirense subiu de R\$ 280,16 para R\$ 560,73, apresentando um aumento total de 100,15%. Isso significa que a renda média da população aumentou a uma taxa 3,72% ao ano. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00 era de 15,92% em 2010. Já a população considerada extremamente pobre, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 70,00, era de apenas 5,39% no mesmo ano. Comparados aos 52,78% de pobres e 20,63% de extremamente pobres que existiam em 1991, o município apresentou uma melhora impressionante no seu índice de desigualdade social.[CITATION atl16 \l 1046]

Tabela 1 – PIB de Teixeira de Freitas

Divisão do PIB de Teixeira de Freitas (2013)[CITATION IBG16 \l 1046]

Setor	Valor
Setor Primário	R\$ 63.397.000,00
Setor Secundário	R\$ 187.513.000,00
Setor Terciário	R\$ 991.974.000,00
Estado e União	R\$ 353.765.000,00
Impostos	R\$ 175.805.000,00
Total	R\$ 1.772.454.000,00

2 Projeto Infovia - Rádio

2.1 Requisitos

O projeto de infovia deve atender a certos requisitos, como:

2.1.1 Redundância dos enlaces de rádio

Utilizando frequências não licenciadas como as do 802.11 não temos controle sobre o espectro eletromagnético, de forma que qualquer cidadão pode instalar um equipamento operando na mesma frequência dos rádios que fornecerão a infra estrutura de telecomunicações, isso fara com que o serviço seja degradado e até mesmo inviabilizado devido a interferências externas. Para tentar minimizar este problema todos os enlaces devem ser duplicados. Isso oferece outra vantagem que é a implementação de alta disponibilidade, pois caso há a falha em um dos equipamentos não teremos indisponibilidade do serviço, e o reparo pode ser feito sem urgência.

2.1.2 Capacidade

Os rádios não licenciados tem baixa capacidade de transmissão comparados aos outros meios citados, de forma que deve-se calcular e dimensionar de forma mais clara os requisitos de todos os aplicativos em operação na prefeitura além dos pontos a serem atendidos, verificando todos os saltos onde os pacotes passarão para evitar gargalos no backbone, uma forma simples de aumentar a capacidade é a duplicação dos enlaces, somando as bandas, algo que além de melhorar a vasão aumenta a disponibilidade.

2.1.3 Atraso

“A latência mede o tempo necessário para uma mensagem ir a um destino e voltar deste. Ela também é conhecida por Ping e por RTT (Round Trip Time). A latência aumenta de acordo com a distância e a qualidade do caminho que precisa ser percorrido. Ela também pode ser influenciada caso a infra-estrutura da operadora esteja congestionada (há "fila" nos equipamentos).”[CITATION Com16 \l 1046]

O valor máximo determinado pela Anatel para este parâmetro é de 80ms (Resolução 574/2011)

2.1.4 Jitter

“Se você envia uma mensagem por segundo, espera-se que elas cheguem com um intervalo de um segundo entre elas. A diferença entre a hora real de chegada e a hora esperada é o Jitter.

O que o Jitter indica?

Isto pode ser o indício de um sobrecarregamento da rede, pois o fato dos pacotes não estarem chegando na hora esperada indica que eles estão tomando caminhos diferentes ou caminhos congestionados.”[CITATION Com16 \l 1046]

O valor máximo determinado pela Anatel para este parâmetro é de 40ms (Resolução 574/2011)

2.1.5 Perda de pacotes

“Tudo que trafega na Rede Internet é considerado um pacote. Ao invés de tudo ser enviado em um grande bloco, os computadores dividem esse grande bloco em vários blocos menores, chamados pacotes.”[CITATION Com16 \l 1046]

A perda de pacotes, significa a perda de informações, algo que prejudica a transferência de informações entre os pontos.

O valor máximo determinado pela Anatel para este parâmetro é de 1% (Resolução 574/2011)

2.2 Metodologia

A metodologia consiste em visitar cada ponto de presença da prefeitura, com um GPS, registrando sua coordenada geográfica, esta coordenada será lançada no Google Earth para georeferenciamento dos pontos a serem atendidos.

Com todos os pontos lançados no Google Earth será feita uma avaliação da topografia e da área a ser atendida, utilizando-se as fotos de satélite.

Estes dados serão salvos como KML e importados pelo Radio Mobile, onde será cadastrado cada tipo de sistema irradiante que utilizaremos nas simulações. No caso em questão verificamos qual o fabricante tinha a maior participação no mercado a partir das listas de discussão da Abrint (Associação Brasileira de Provedores de Internet e Telecomunicações), e o fabricante verificado foi a Ubiquiti Networks, Inc. que tem uma vasta lista de equipamentos disponíveis, dos quais foram selecionados três conjuntos para fazer as simulações:

- 1) Rádio Rocket M5 com antenas setoriais de 19dBi e 120° - Sistema Ponto – Multiponto montado nas torres para atendimento aos prédios públicos. Este sistema comporá a rede de acesso, onde os serviços serão prestados. Será montado utilizando três conjuntos para formar uma célula com 360° de cobertura.
- 2) Rádio Rocket M5 com antenas parabólicas de 29dBi – Sistema Ponto a Ponto, para montagem do Backbone, ou seja, para a interligação das torres que fornecerão o acesso aos prédios públicos.
- 3) NanoBridge 25dBi – Equipamento que será utilizada em todos os prédios públicos para se conectar as torres, através das antenas setoriais. (CPE - Customer Premises Equipment).

2.2.1 Métricas para avaliação

Para a verificação da viabilidade da implementação desta tecnologia como infra estrutura de rede metropolitana e de rede de acesso estudou-se o datasheet de todos os equipamentos citados acima, e obtivemos os seguintes dados:

Tabela 2 – Especificação dos Rádios.

Rádio	Potência	Sensibilidade	Taxa de Transferência
-------	----------	---------------	-----------------------

Rocket M5	21dBm	-75dBm	MCS15
NanoBridge 25dBi	18dbm	-75dBm	MCS15

Todos os sistemas irradiantes acima foram cadastrados no Radio Mobile e as simulações foram feitas utilizando as características técnicas de cada um.

Seguindo a recomendação do ITU-T1 530-09 a margem entre o sinal recebido e a sensibilidade de um sistema de rádio deve ser de 10dB para uma disponibilidade de 99,9%, e este valor foi levado em consideração como margem mínima para considerar o enlace como viável, de forma que como a sensibilidade dos rádios é de -75dBm o sinal calculado deveria ser de no mínimo -65dBm para considerar o enlace viável.

2.2.2 Levantamento dos serviços

Foi feita uma visita a quatro pontos da prefeitura para levantamento dos serviços que estariam sendo utilizados.

Os quatro pontos escolhidos para fazer o estudo foram:

- Secretaria de Educação
- Prefeitura
- Escola Municipal
- Posto de Saúde

Instalou-se um roteador Mikrotik RB750 em bridge na saída de internet dos quatro pontos da prefeitura. Este roteador ficou 24hs monitorando o trafego e registrando em sua memória. Depois das 24hs retorna-se aos locais, recolhe os roteadores e leva para o laboratório para analisar os resultados.

O monitoramento é totalmente passivo e não interfere em momento algum no sistema da prefeitura, sendo os dados armazenados no próprio equipamento que não tem nenhum IP configurado atuando apenas em camada 2.

Com este procedimento pode-se determinar a banda total utilizada, além dos protocolos de rede e serviços que são utilizados o que permite estabelecer as necessidades de reais de rede da prefeitura.

2.2.3 Avaliação do espectro eletromagnético

São realizadas medições do espectro eletromagnético instalando-se no topo de cada edificação do item anterior um Analisador de Espectro AirView da fabricante Ubiquiti, a fim de avaliar a ocupação das faixas de frequência para implantação da cobertura Wi-Fi. Este equipamento ficou ativo e monitorando o espectro por 24hs no mesmo período que o roteador do item anterior monitorava o trafego.

2.2.4 Escolha dos locais

Para a escolha dos locais inicialmente é feito o lançamento dos pontos de presença da prefeitura no Google Earth, e depois analisando a topografia são identificados os pontos mais altos do relevo, que serão os pontos prioritários para a construção das torres que comporão o backbone. Neste processo de escolha leva-se em consideração a presença de prédios públicos como melhores escolhas para a montagem dos pontos de repetição a fim de evitar custos com alugueis, algo que encareceria a operação da rede.

2.2.5 Planejamento de uso de frequências

Tanto para rede de distribuição quanto para a de backbone é necessário que se utilizem canais que não sofram sobreposição, e como o número de canais é limitado ao espectro homologado pela Anatel para estes equipamentos, precisa-se planejar a utilização deles de forma eficiente, ou seja programar o reuso de frequências de forma que um canal não cause interferência em outro, avaliando o alcance do sinal, o ângulo da antena e a direção da mesma.

3 Projeto Infovia Madre de Deus - Rádio

3.1 Construção do BackBone – Madre de Deus

Para o projeto em questão foi projetado um backbone formado por três torres montadas em uma topologia em anel, através de uma geometria triangular, que promoverá uma rede altamente eficiente e resistente a falhas.

As torres terão cada uma dois links independentes para maior segurança, sendo um com cada uma das outras torres do backbone, de forma que mesmo que um dos links seja interrompido o backbone não será afetado, pois o serviço continuará pelo outro link.

A comunicação entre os pontos de acesso dar-se-á através de rádios transmissores e receptores de sinais, auxiliados por um conjunto de antenas parabólicas direcionais, afixadas em torres de estrutura metálica reforçada, localizadas em pontos estratégicos. Serão utilizados aparelhos de rádio-transmissão operando na frequência de 5.8 GHz, atuando em faixa livre não licenciada. O protocolo de rede utilizado será o TCP/IP – Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

3.1.1 Torre do Cemitério

Ponto de Distribuição 1 > Torre do Cemitério

Endereço: Cemitério

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 18 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 12 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 12°44'27.20"S 38°37'6.83"O

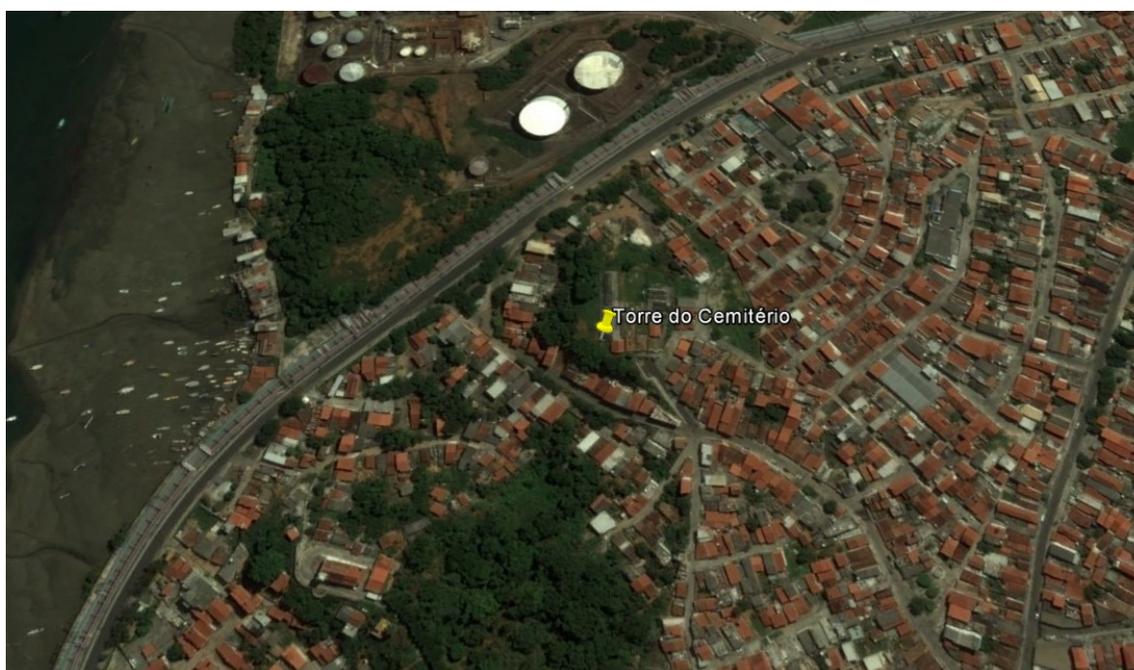


Figura 2 – Torre do Cemitério

3.1.2 Torre do Prédio da Prefeitura

Pontos de Distribuição 2 > Prefeitura Municipal de Madre de Deus

Endereço: Prefeitura Municipal de Madre de Deus

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 18 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 12 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 12°44'44.46"S 38°36'52.63"O

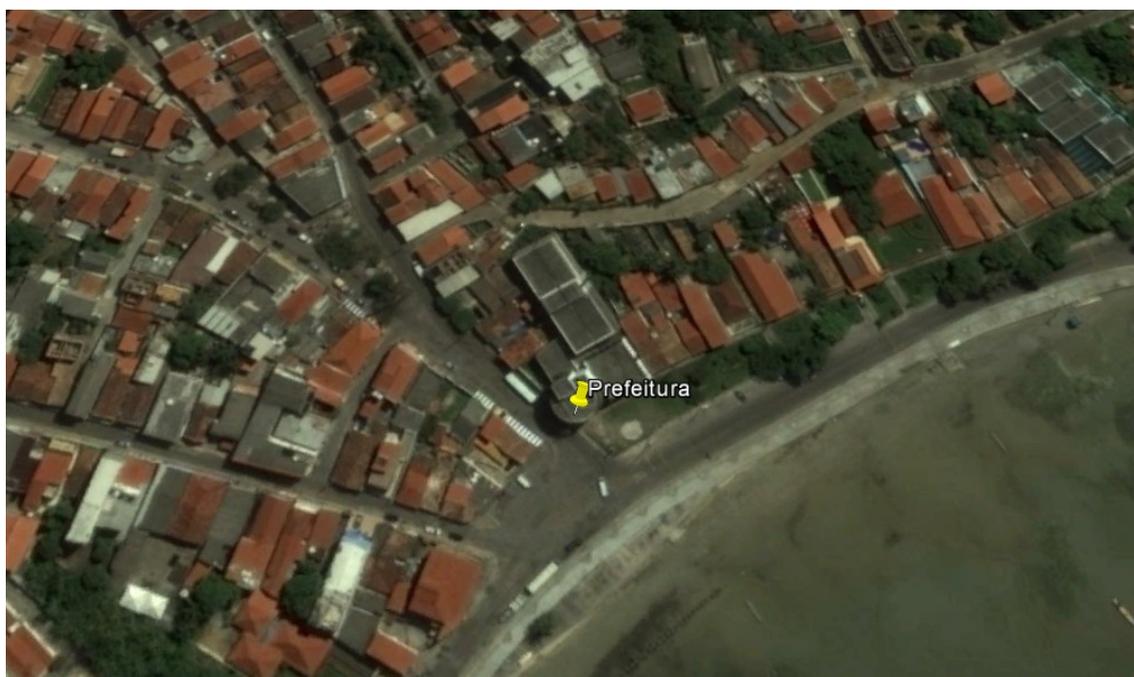


Figura 3 – Torre da Prefeitura

3.1.3 Torre da Quadra de Esportes

Pontos de Distribuição 3 > Quadra de Esportes

Endereço: Quadra de esportes

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 18 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 12 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 12°44'26.77"S 38°36'42.68"O



Figura 4 – Torre da Quadra

3.1.4 Posicionamento das Torres



Figura 5 – Posicionamento das Torres

As três bases vão estar interligadas em anel, para redundância e alta disponibilidade.



Figura 6 – Posicionamento das torres 2

Distâncias:

Torre Cemitério x Torre da Quadra 723m

Torre Cemitério x Prefeitura 627m

Prefeitura x Torre da Quadra 667m

3.1.5 Enlace do Prefeitura x Torre do Cemitério

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: Prefeitura 12 metros, Torre do Cemitério 18 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: Prefeitura: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre do Cemitério: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 627m

Infra-estrutura:

Prefeitura: torre de 6 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre do Cemitério: : torre de 30 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

Prefeitura: 12°44'44.46"S - 38°36'52.63"O

Torre do Cemitério: 12°44'27.20"S - 38°37'6.83"O



Figura 7 – Enlace Prefeitura x Torre do Cemitério

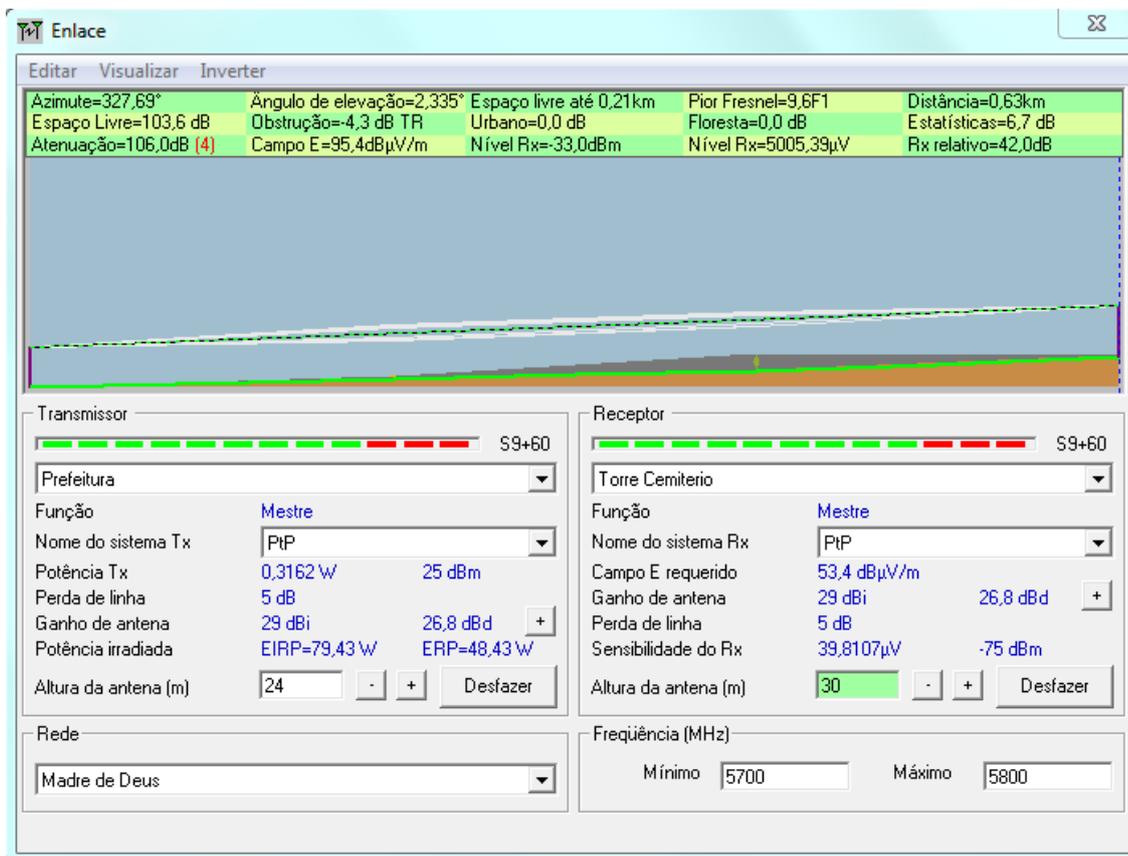


Figura 8 – Simulação Prefeitura x Torre do Cemitério

Nível de sinal esperado: -33dBm Margem: 42,0 dB

3.1.6 Enlace do Prefeitura x Torre da Quadra

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: Prefeitura 12 metros, Torre da Quadra 12 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: Prefeitura: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre da Quadra: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 667m

Infra-estrutura:

Prefeitura: torre de 6 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre da Quadra: : torre de 6 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

Prefeitura: 12°44'44.46"S - 38°36'52.63"O

Torre da Quadra: 12°44'26.77"S - 38°36'42.68"O



Figura 9 – Enlace Prefeitura x Torre da Quadra

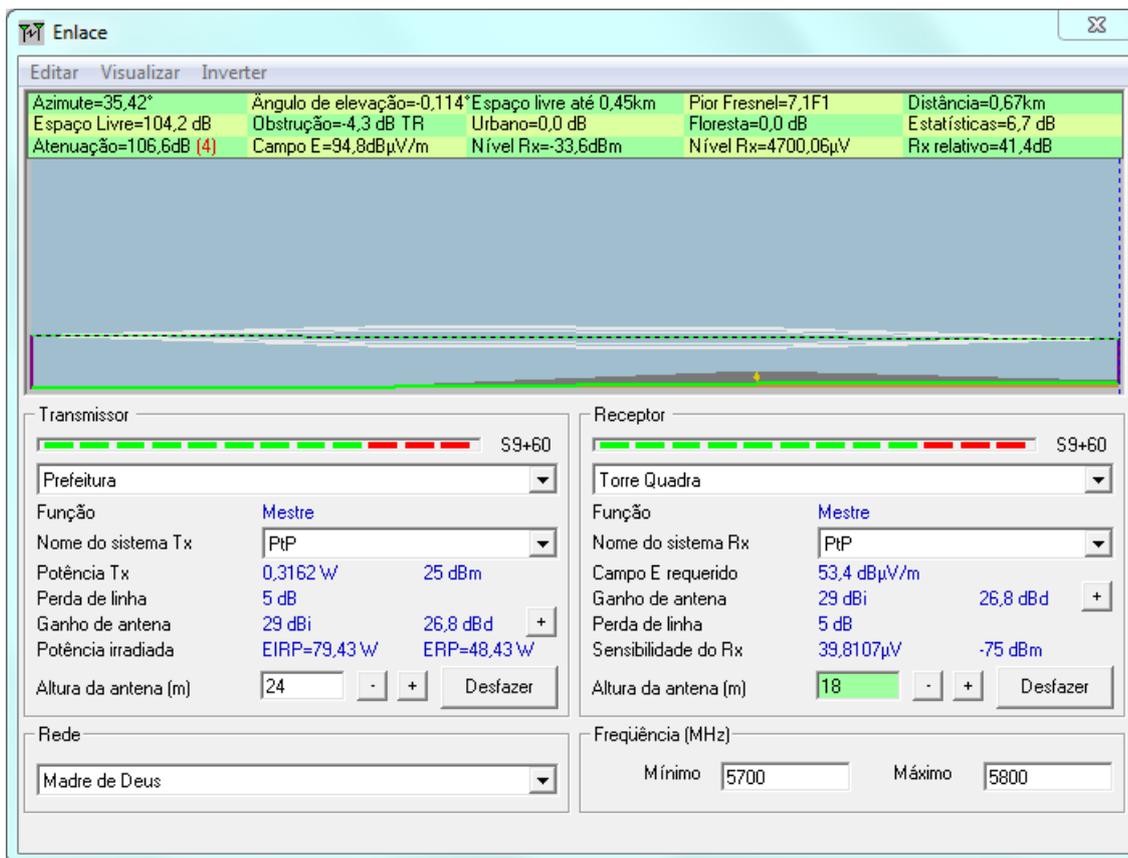


Figura 10 – Simulação Prefeitura x Torre da Quadra

Nível de sinal esperado: -33,6 dBm Margem: 41,4 dB

3.1.7 Enlace Torre do Cemitério x Torre da Quadra

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: Torre do Cemitério 30 metros, Torre da Quadra 12 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: Torre do Cemitério: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre da Quadra: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 723m

Infra-estrutura:

Torre do Cemitério: : torre de 30 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre da Quadra: : torre de 6 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

Torre do Cemitério: 12°44'27.20"S - 38°37'6.83"O

Torre da Quadra: 12°44'26.77"S - 38°36'42.68"O



Figura 11 – Enlace Torre da Quadra x Torre do Cemitério

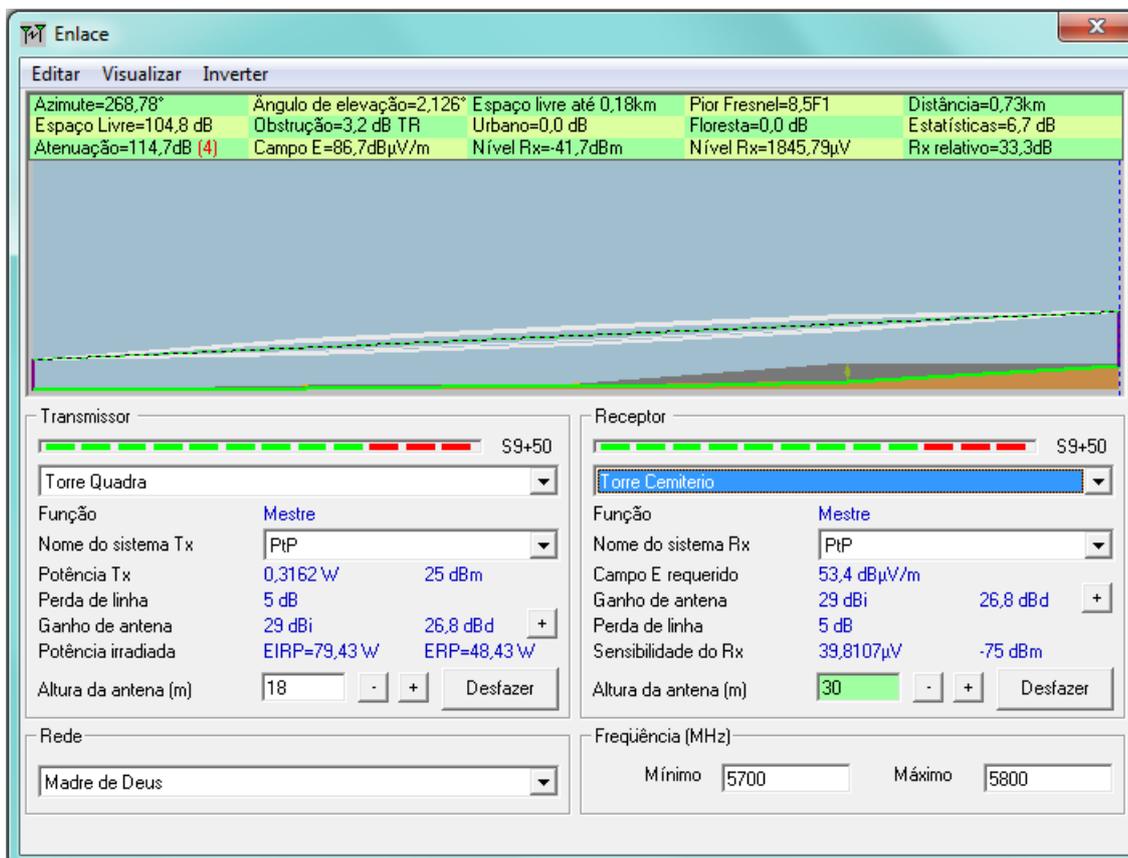


Figura 12 – Simulação Torre da Quadra x Torre do Cemitério

Nível de sinal esperado: -41,7dBm Margem: 33,3 dB

3.2 Construção da Rede de Distribuição

Abordaremos cada prédio público por dois links independentes, sendo cada um proveniente de uma torre diferente, implementado com equipamentos separados, isso fará com que nossa rede seja muito resistente a falhas e fique com uma altíssima disponibilidade, pois caso um dos componentes de um link venha a apresentar falha o serviço poderá continuar normalmente pelo outro circuito.

A comunicação entre os prédios públicos e as torres dar-se-á através de rádios transmissores e receptores de sinais, auxiliados por um conjunto de antenas parabólicas direcionais e painéis setoriais, afixados em torres de estrutura metálica reforçada, localizadas em pontos estratégicos, visando disponibilizar o sinal em 100% do território atendido, para ser captado por pontos de distribuição como Secretarias Executivas, Escolas, Estabelecimentos de Saúde e demais repartições e setores que por ventura demandarem serviços de rede. Serão utilizados aparelhos de rádio-transmissão operando na frequência de 5.8 GHz, atuando em faixa livre não licenciada. Nos prédios públicos serão utilizados antenas direcionais e nas torres painéis setoriais. O protocolo de rede utilizado será o TCP/IP – Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

3.2.1 Diagramas de Irradiação das Torres

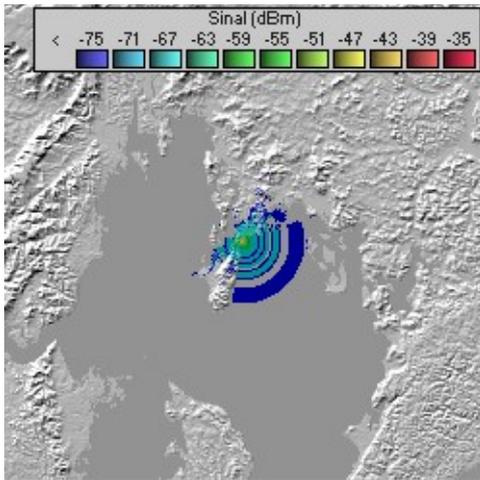


Figura 13 – Diagrama de Irradiação da Prefeitura

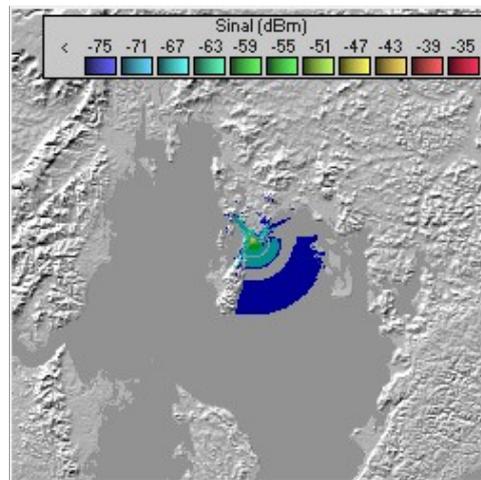


Figura 14 – Diagrama de Irradiação da Torre da Quadra

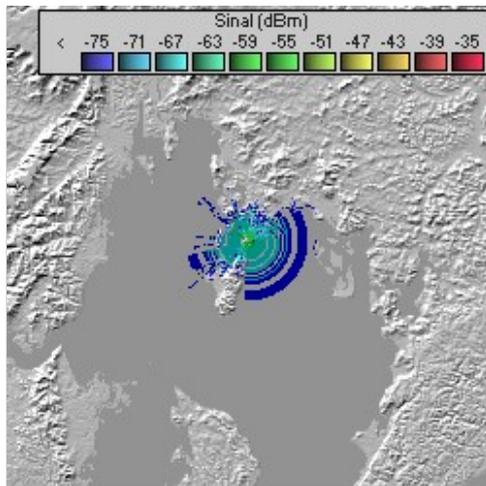


Figura 15 – Diagrama de Irradiação da Torre do Cemitério

3.2.2 Raio de atuação das Torres com 800m de raio.



Figura 16 – Raio de Atuação das Torres

Todos os pontos ficarão cobertos.

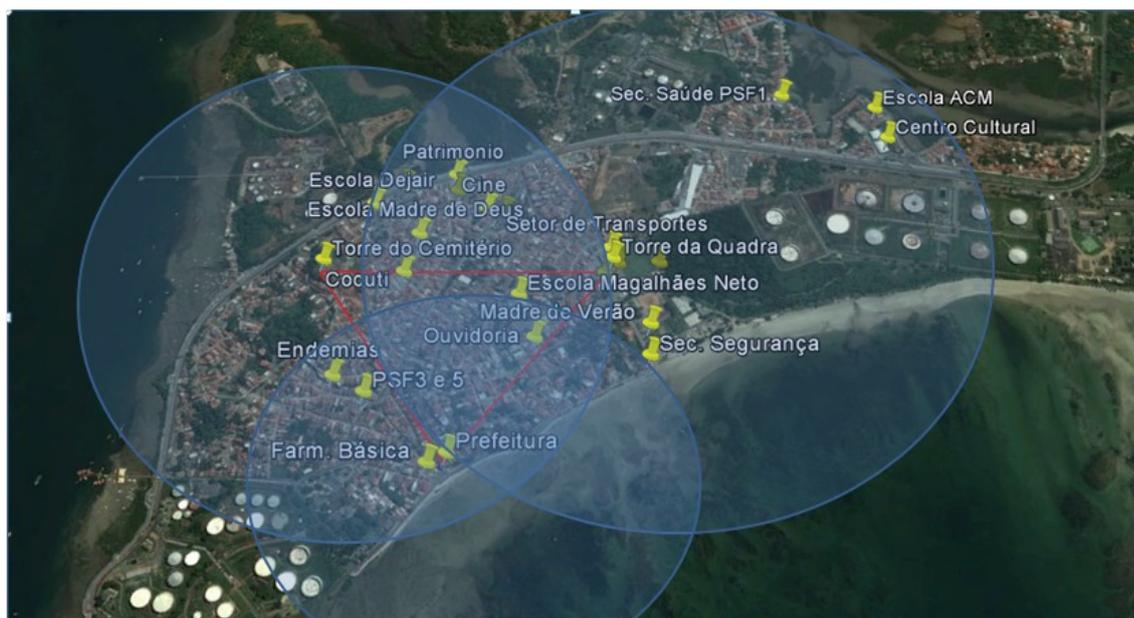


Figura 17 – Mapa de Cobertura de Todos os Prédios Públicos

3.2.3 Planejamento do uso de frequências e geometria de irradiação.

As torres terão sua montagem com três antenas de 120° que comporão cada uma um setor, onde as frequências não devem interferir uma com a outra, para tanto deve-se seguir o planejamento abaixo:



Figura 18 – Frequências Torre da Quadra



Figura 19 – Frequências Torre do Cemitério



Figura 20 – Frequências Prefeitura



Figura 21 – Sobreposição das Frequências

Torre da Quadra diagrama amarelo

Torre do Cemitério diagrama vermelho

Torre da Prefeitura diagrama azul

Tabela 3 – Uso de Frequências

Torre do Cemitério	Frequência
Setor 1	5180
Setor 2	5220
Setor 3	5260
Torre da Quadra	Frequência
Setor 1	5745
Setor 2	5785
Setor 3	5825
Torre da Prefeitura	Frequência
Setor 1	5220
Setor 2	5240
Setor 3	5280

3.3 Sinal Calculado Para Cada Ponto

Tabela 4 – Sinal Calculado Para Cada Ponto

Local	Torre Prefeitura			Torre Cemitério			Torre Quadra		
	Sinal (dbm)	Distancia (Km)	Mastro (m)	Sinal (dbm)	Distancia (Km)	Mastro (m)	Sinal (dbm)	Distancia (Km)	Mastro (m)
Centro Cultural	-63,1	1,04	8	-55	0,95	8	-62,1	0,41	8
Sec. Ação Social	-44,3	0,55	2	-45	0,63	2			
Sec. Segurança	-47,8	0,36	2	-45,5	0,64	2			
Sec. Obras e Serviços	-53,6	0,59	10				-62,7	0,39	2
Sec. Esportes	-47,6	0,44	2	-44,3	0,55	2			
Sec. Saúde PSF1	-58,3	0,98	10	-54,8	1,09	10	-45	0,23	10
Setor de Transportes	-47,3	0,46	2	-52,3	0,54	2			
Ouvidoria	-50,9	0,18	11	-42	0,39	11	-43,8	0,15	11
Patrimônio	-46,6	0,6	10	-41,6	0,21	10	-38,8	0,24	10
Biblioteca e Escola	-47,1	0,46	8	-47,8	0,24	8	-37,6	0,16	2
Escola ACM	-57,7	1,32	9	-54,9	1,33	9	-45,4	0,64	9
Escola Espaço do Saber	-44,6	0,41	2	-43,4	0,53	2			
Escola Magalhães	-37,9	0,23	2	-44,9	0,25	10			
Neto									
Escola Madre de Deus	-56,7	0,42	2				-45,2	0,25	2
Escola Dejair	-65,8	0,56	12				-73,7	0,42	2
Cocuti	-46,9	0,35	10				-46,1	0,35	10
Cine	-46,5	0,47	8	-52,8	0,22	8	-38,6	0,18	2
PSF2	-46,4	0,57	10	-42,1	0,2	10	-38,6	0,23	10
PSF3 e 5				-41,9	0,2	14	-46,7	0,53	14
Farm. Básica				-63,5	0,42	2	-50,8	0,54	2
Endemias	-37,4	0,17	14	-39,6	0,17	14	-47,9	0,57	14

3.4 Taxa de Contenção (TC)

Metodologia

Para as escolas foi feita a previsão de um laboratório de informática com 20 computadores, mais 10 para serviço administrativo, a banda destinada para cada escola será de 6Mbps com uma contenção de 10%, ou seja, 200Kbps.

Para os prédios públicos previmos 10 computadores com uma banda de 2Mbps e uma taxa de contenção de 10%, ou seja, 200Kbps.

Para os postos de saúde a mesma previsão dos prédios públicos.

A banda total do backbone, e da porta IP de saída deve ser no mínimo de 66Mbps.

Em cada ponto faremos uma reserva (IntServ) de 60Kbps para duas linhas de voz e o resto da banda será utilizado para o tráfego de Internet.

Tabela 5 – Locais e Bandas Previstas

Local	Banda Prevista (Mbps)
Centro Cultural	2
Sec. Ação Social	2
Sec. Segurança	2
Sec. Obras e Serviços	2
Sec. Esportes	2
Sec. Saúde PSF1	2
Setor de Transportes	2
Ouvidoria	2
Patrimônio	2
Biblioteca e Escola	6
Escola ACM	6
Escola Espaço do Saber	6
Escola Magalhães Neto	6
Escola Madre de Deus	6
Escola Dejair	6
Cocuti	2
Cine	2
PSF2	2
PSF3 e 5	2
Farm. Básica	2
Endemias	2
Capacidade Total de Saída	66

3.5 Composição de Preços Site Survey

Tabela 6 – Composição de Preços

Item	Descrição	Quantidade		Preço (R\$)	
		Quantidade	T	Valor Unitário	Valor Total
1.1	No-Break 1.200VA	3	UN	400	1.200,00
1.2	Haste de aterramento de 3 mt	17	UN	25	425,00
1.3	Conector CHt para aterramento	17	UN	12	204,00
1.4	Captor Franklin 300mm inox	17	UN	120	2.040,00
1.5	Isolador reforçado fixação horizontal PRT-203	75	UN	7	525,00
1.6	Borne de 6mm	17	UN	3	51,00
1.7	Cabo nu de 10mm	150	MT	5,6	840,00
1.8	Cabo de aço 2mm	300	MT	2	600,00
1.9	Caixa hermética	3	UN	80	240,00
1.10	Roteador RB750	24	UN	230	2.520,00
1.11	Base Triangular 30cm	13	UN	120	1.560,00
1.12	Tubo Galvanizado 3/4	30	MT	15	450,00
1.13	Módulo triangular 2m algura com 30cm de lado	67	UN	180	12.060,00
1.14	NanoBridge 25dBi	51	UN	410	20.910,00
1.15	Antena Setorial 120° 19dBi Polarização dupla em 5.8Ghz	9	UN	650	2.850,00
1.16	Rocket M5	12	UN	400	4.800,00
1.17	Antena 30dBi polarização dupla em 5.8GHz	6	UN	500	3.000,00
TOTAL					60.275,00

4 Projeto Infovia Teixeira de Freitas – Rádio

4.1 Levantamento e Caracterização da Situação Atual

Ressalto que embora reiteradamente solicitados, apenas a secretaria de educação respondeu aos questionários solicitados. Em relação à Telefonia, tendo como fonte as faturas recebidas, a maioria relativa ao mês de novembro de 2013, não sabemos se existem outras, foi encontrada a seguinte situação:

Tabela 7 – Gastos com telefonia (referência 11/2013)

Gastos – Telefonia		
	Mensais	Anuais
Engexo	R\$ 30.135,24	R\$ 361.622,88
OI	R\$ 872,91	R\$ 10.474,92
Total	R\$ 31.008,15	R\$ 372.097,80

Em relação a gastos com redes de dados para acesso externo ao Sistema da prefeitura e tendo como fonte, contrato 1216 de outubro de 2013, foram apresentados os seguintes valores:

Tabela 8 – Gastos com dados (referência 11/2013)

Empresa	Mensal	Anual
TDF Provider	R\$ 36.000,00	R\$ 432.000,00

Os gastos totais com voz e dados foram da seguinte ordem:

Tabela 9 – Gastos total com telecomunicações (referência 11/2013)

Gastos	Mensal	Anual
Voz	R\$ 31.008,15	R\$ 372.097,80
Dados	R\$ 36.000,00	R\$ 432.000,00
Total	R\$ 67.008,15	R\$ 804.097,80

A maioria das escolas visitadas não possui serviços de voz, mas grande parte dos sites da prefeitura, tais como escolas, unidades de saúde, entre outras, possuem acesso a Internet, que segundo os usuários entrevistados o atendimento é satisfatório.

Não foi encontrado documento sobre gestão do uso dos recursos de dados nem o uso de Proxy para controle dos acessos, sites que podem ou não serem acessados, controle de velocidade, SLAs, entre outros.

Não foram encontradas normas e lista com os números telefônicos internos, política para chamadas particulares e chamadas para celulares, tempo máximo de uso por chamada, bilhetadores, etc.

Não foram encontrados os contratos dos serviços de voz, que segundo a secretaria de administração, devem estar em vigor a mais de cinco anos. Na última visita, os responsáveis pela TI da prefeitura, informaram que realizaram um aditivo, renovando o contrato antigo com a prestadora atual de serviços de telefonia que em contrapartida realizou a substituição de PABXs na modalidade de comodato a custo zero. Não tivemos acesso a esses contratos.

4.2 Coleta de dados para análise

Instalei um roteador Mikrotik RB750 em bridge na saída de internet de quatro pontos da prefeitura. Este roteador ficou 24hs monitorando o trafego e registrando em sua memória. Depois das 24hs retornei aos locais, recolhi os roteadores e levei para o laboratório para analisar os resultados.

Os quatro pontos escolhidos para fazer o estudo foram:

- Secretaria de Educação
- Prefeitura
- Escola Municipal Chicom Sobrino
- Posto de Saúde da Família de Bela Vista

O monitoramento foi totalmente passivo e não interferi em momento algum no sistema da prefeitura, sendo os dados armazenados no próprio equipamento que não tinha nenhum IP configurado atuando apenas em camada 2.

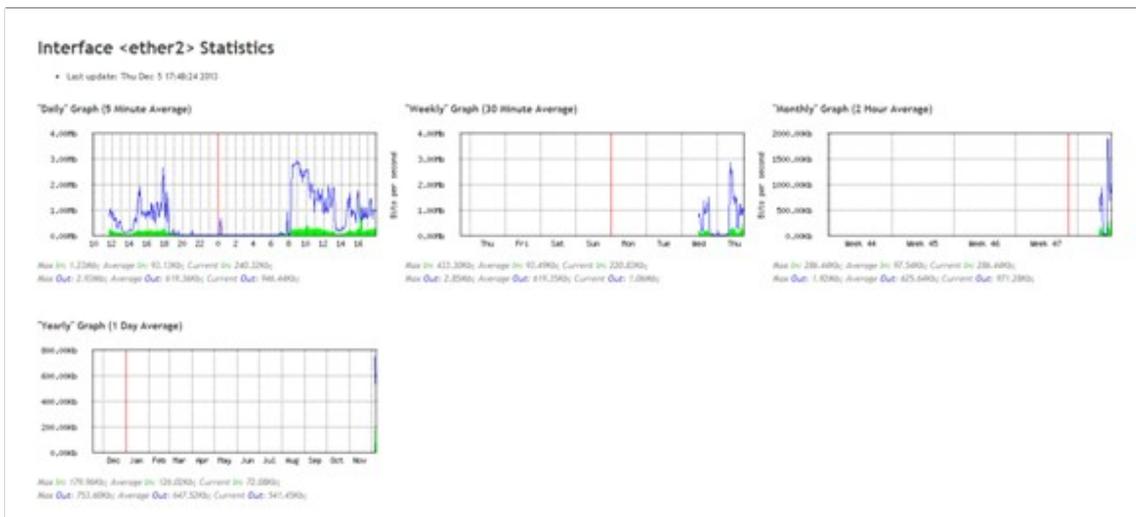


Figura 22 – Gráficos de consumo de banda da Secretaria de Educação

Tabela 10 – Levantamento de consumo de banda nos pontos da prefeitura.

Local	Link Contratado	Consumo Max.
Secretaria de Educação	4Mbps	2.94 Mbps
Prefeitura	80Mbps	36 Mbps
Escola Municipal Chicom Sobrinho	2Mbps	1,92 Mbps
Posto de Saúde da Família de Bela Vista	2Mbps	0.8 Mbps

Na Secretaria de Educação por exemplo os gráficos de medição passiva utilizando o MRTG demonstrando um consumo máximo em horário de pico, de 2.94 Mbps, sendo que o link é de 4Mbps, de forma que atende perfeitamente as atividades atualmente executadas na Secretaria de Educação.

Medições realizadas na Praça da Bíblia

Foram realizadas medições do espectro eletromagnético na Praça da Bíblia, utilizando o Analisador de Espectro AirView da fabricante Ubiquiti, a fim de avaliar a ocupação das faixas de frequência para implantação da cobertura Wi-Fi. Surpreendentemente ficou demonstrado que as frequências do Wi-Fi estão sem utilização na localidade, conforme as medições abaixo.

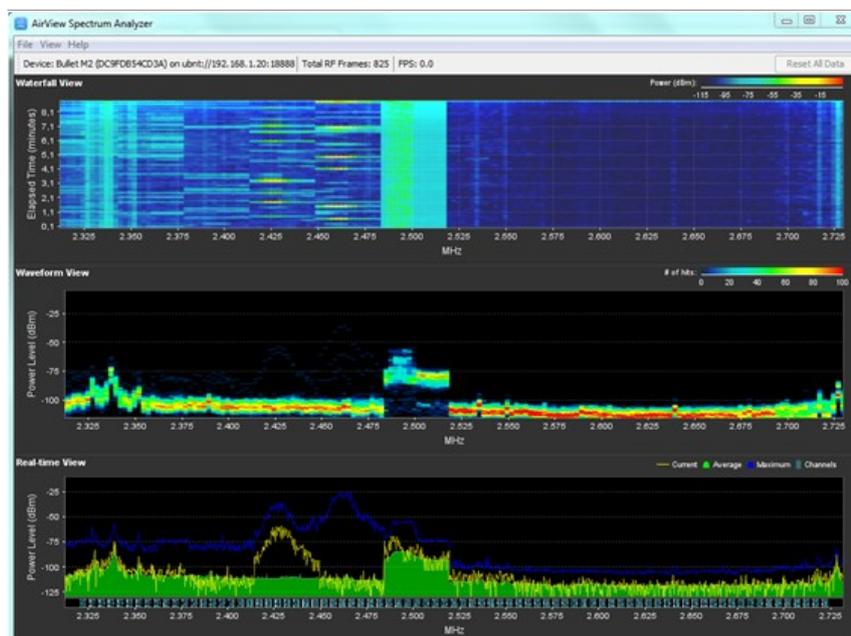


Figura 23 – Tela do Analisador de Espectro Teixeira de Freitas

4.3 Construção do Backbone

Para o projeto em questão foi projetado um backbone formado por quatro torres montadas em uma topologia em anel, através da geometria de um quadrilátero, que promoverá uma rede altamente eficiente e resistente a falhas.

As torres terão cada uma dois links independentes para maior segurança, sendo um com cada uma das outras torres do backbone, de forma que mesmo que um dos links seja interrompido o backbone não será afetado, pois o serviço continuará pelo outro link.

A comunicação entre os pontos de acesso dar-se-á através de rádios transmissores e receptores de sinais, auxiliados por um conjunto de antenas parabólicas direcionais, afixadas em torres de estrutura metálica reforçada, localizadas em pontos estratégicos. Serão utilizados aparelhos de rádio-transmissão operando na frequência de 5.8 GHz, atuando em faixa livre não licenciada. O protocolo de rede utilizado será o TCP/IP – Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

As quatro torres que comporão o backbone serão situadas em prédios públicos, para evitar custos com alugueis e mudança com infra-estrutura.

Localização das Torres:

S.M. Infra. e Transporte.

EMEI - Vinícios de Moraes

Programa Bolsa Família

PSF Bela Vista II

4.3.1 Torre da S.M. Infra. e Transporte

Pontos de Distribuição 1 > Torre da S.M. Infra. e Transporte

Endereço: S.M. Infra. e Transporte

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: metros (a partir do 30 nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 30 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 12°44'27.20"S 38°37'6.83"O

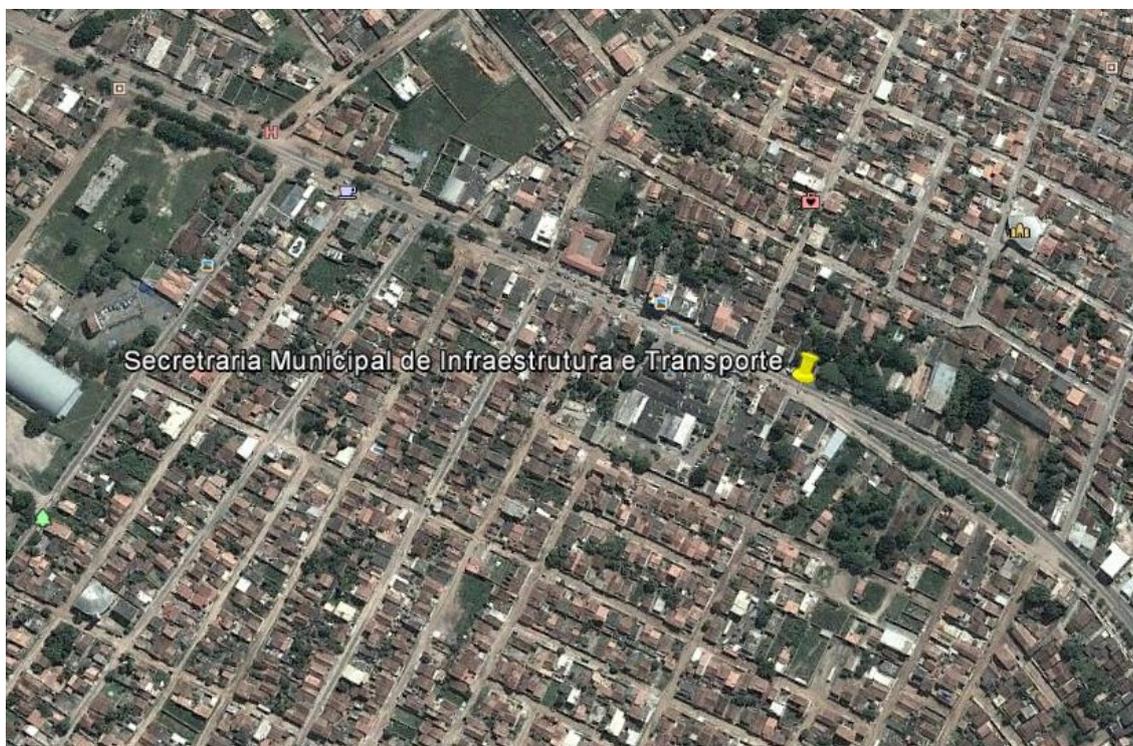


Figura 24 – Torre Secretaria de Infraestrutura e Transporte

4.3.2 Torre do EMEI Vinicius de Moraes

Pontos de Distribuição 2 > EMEI Vinicius de Moraes

Endereço: EMEI Vinicius de Moraes

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 30 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 30 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 17°33'09.78"S 39°44'34.36"O

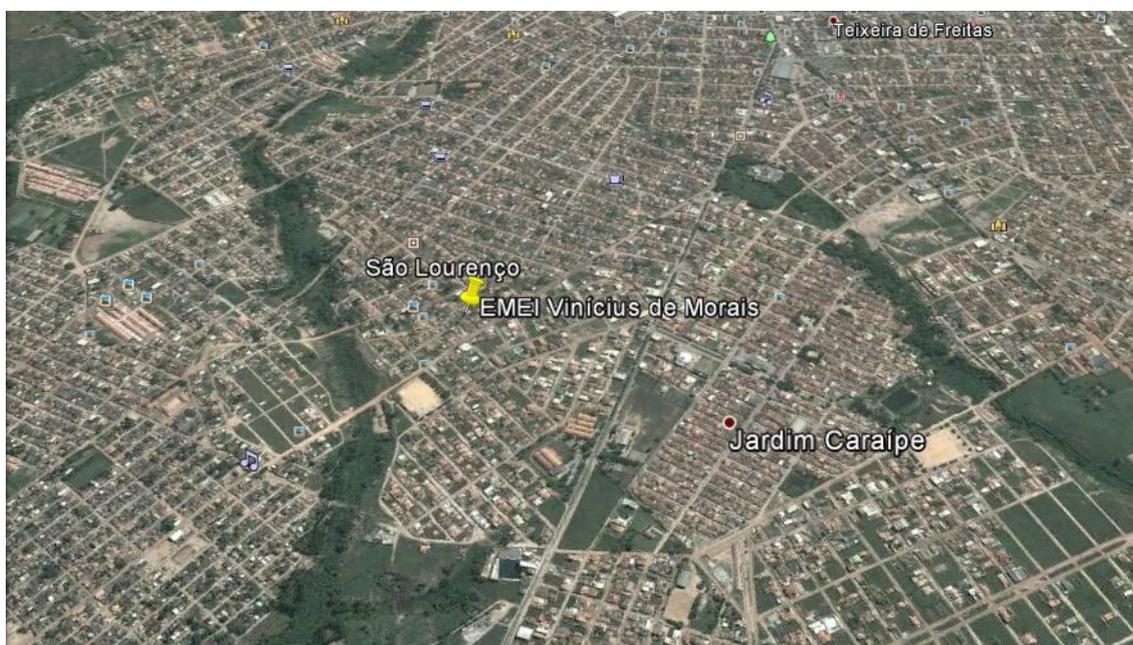


Figura 25 – Torre EMEI Vinicius de Moraes

4.3.3 Torre do Programa Bolsa Família

Pontos de Distribuição 3 > Programa Bolsa Família

Endereço: Programa Bolsa Família

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 30 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 30 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 17°32'31.24"S 39°43'27.17"O



Figura 26 – Torre Programa Bolsa Família

4.3.4 Torre do PSF Bela Vista

Pontos de Distribuição 4 > PSF Bela Vista

Endereço: PSF Bela Vista

Tipo: Ponto a Ponto / Ponto Multiponto

Altura: 30 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: 03 Rocket M5 com antena setorial 120° de 19dBi – 5.8GHz (Multiponto)

02 Rocket M5 com antena parabólica de 30 dBi - 5.8GHz (Ponto a Ponto)

Infra-estrutura: Torre com 30 metros de altura com abrigo em solo, suporte para fixação dos

rádios e dispositivos contra descargas atmosféricas.

Coordenada Geográfica: 17°30'26.97"S 39°46'52.14"O

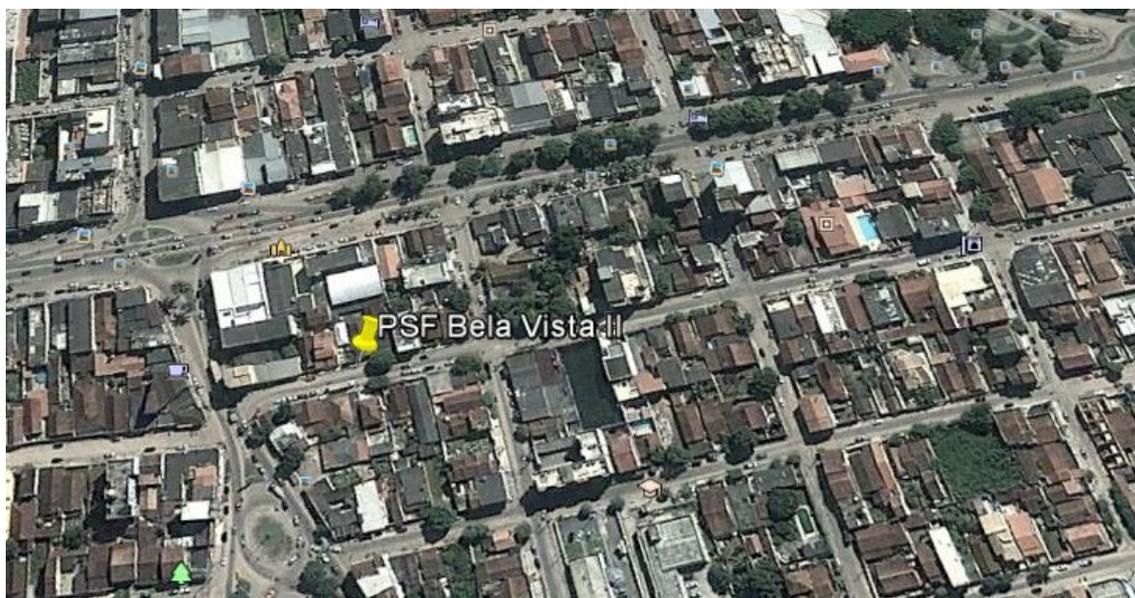


Figura 27 – Torre PSF Bela Vista II

4.3.5 Posicionamento das Torres



Figura 28 – Posicionamento das Torres

As quatro bases vão estar interligadas em anel, para redundância e alta disponibilidade.



Figura 29 – Interligação das Torres

Distâncias:

S.M. Infra. e Transporte x PSF Bela Vista II 1,78km

PSF Bela Vista II x Programa Bolsa Família 1,82km

Programa Bolsa Família x EMEI Vinicius de Moraes 1,79km

EMEI Vinicius de Moraes x S.M. Infra. e Transporte 2,51km

4.3.6 Enlace S.M. Infra. e Transporte x PSF Bela Vista II

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: S.M. Infra. e Transporte 30 metros, PSF Bela Vista II 30 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: S.M. Infra. e Transporte: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

PSF Bela Vista II: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 1.78km

Infra-estrutura:

S.M. Infra. e Transporte: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

PSF Bela Vista II : torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

S.M. Infra. e Transporte: 17°32'17.52"S - 39°45'13.10"O

PSF Bela Vista II: 17°32'37.17"S - 39°44'12.70"O

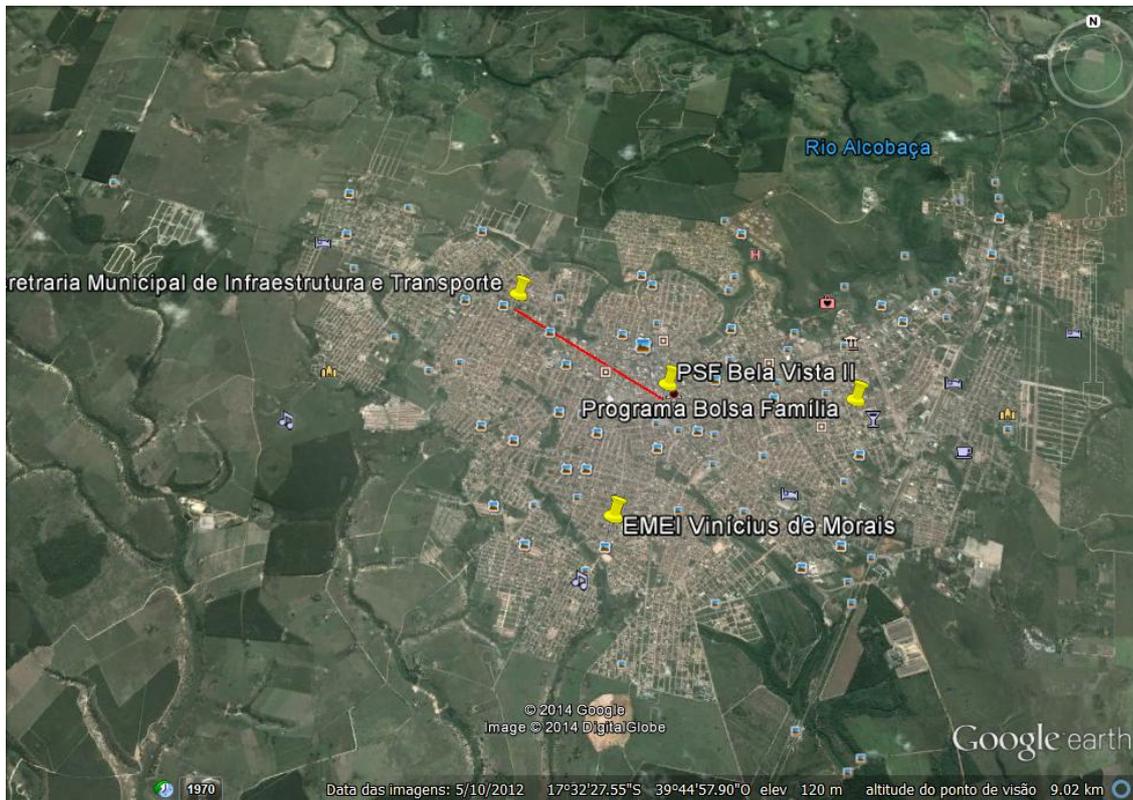


Figura 30 – Enlace Torre Secretaria de Infraestrutura x PSF Bela Vista II

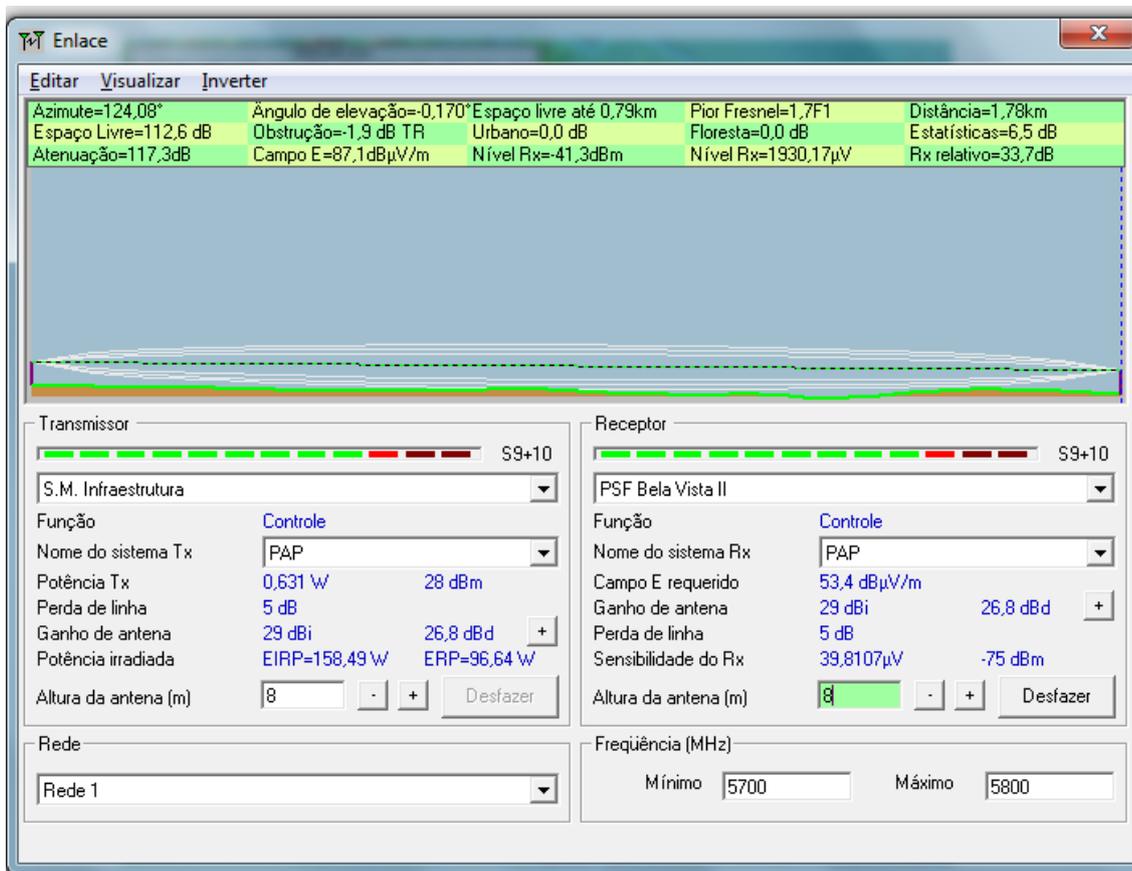


Figura 31 – Simulação Torre da Secretaria de Infraestrutura x PSF Bela Vista II

Nível de sinal esperado: -41,3dBm Margem: 33,7 dB

4.3.7 Enlace PSF Bela Vista II x Programa Bolsa Família

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: PSF Bela Vista II 30 metros, Programa Bolsa Família 30 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: Prefeitura: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre da Quadra: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 1,82m

Infra-estrutura:

PSF Bela Vista II: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre Programa Bolsa Família: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

PSF Bela Vista II: 17°32'37.17"S - 39°44'12.70"O

Programa Bolsa Família: 17°32'31.24"S - 39°43'27.17"O

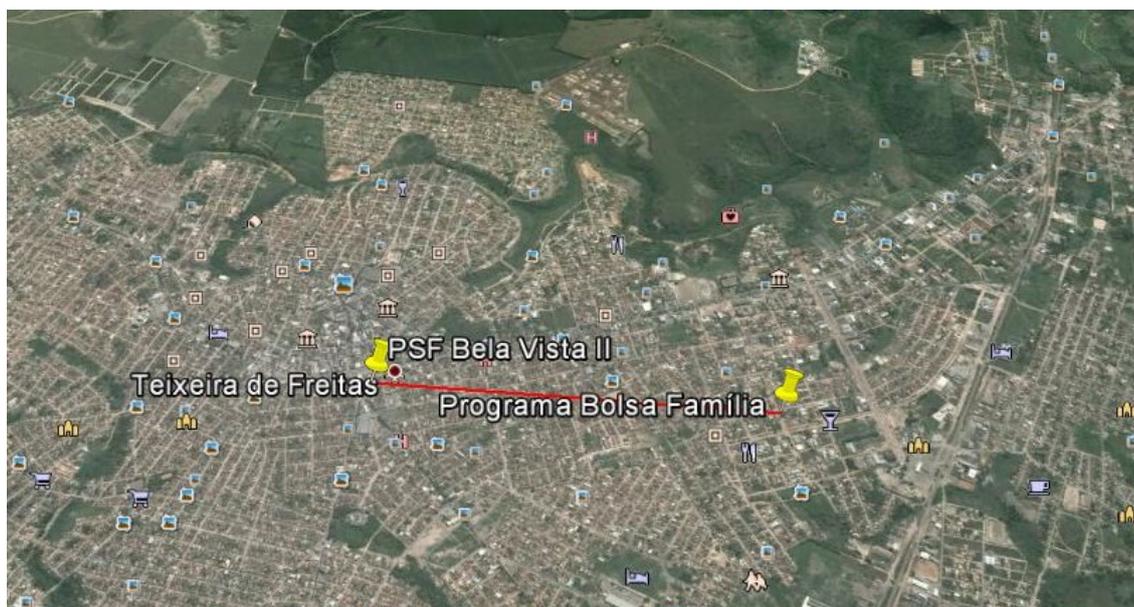


Figura 32 – Enlace Torre PSF Bela Vista II x Torre Programa Bolsa Família

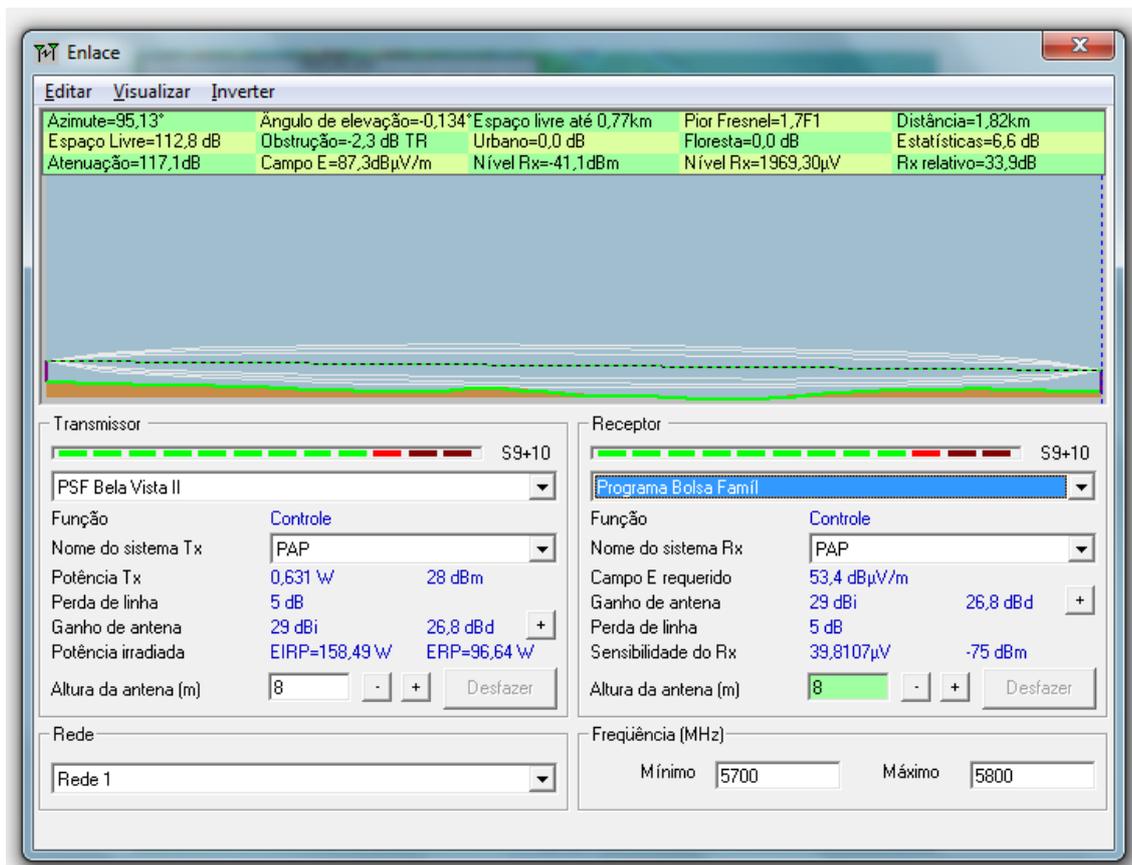


Figura 33 – Simulação Torre PSF Bela Vista II x Torre Programa Bolsa Família

Nível de sinal esperado: -41,1 dBm Margem: 33,9 dB

4.3.8 Programa Bolsa Família x Emei Vinícius de Moraes

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: Programa Bolsa Família 8 metros, Torre da Quadra 8 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: EMEI Vinícius de Moraes: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre da Quadra: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 2,64km

Infra-estrutura:

Torre Programa Bolsa Família: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre EMEI Vinícius de Moraes: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

Programa Bolsa Família: 17°32'31.24"S - 39°43'27.17"O

Torre EMEI Vinícius de Moraes: 12°44'26.77"S - 38°36'42.68"O

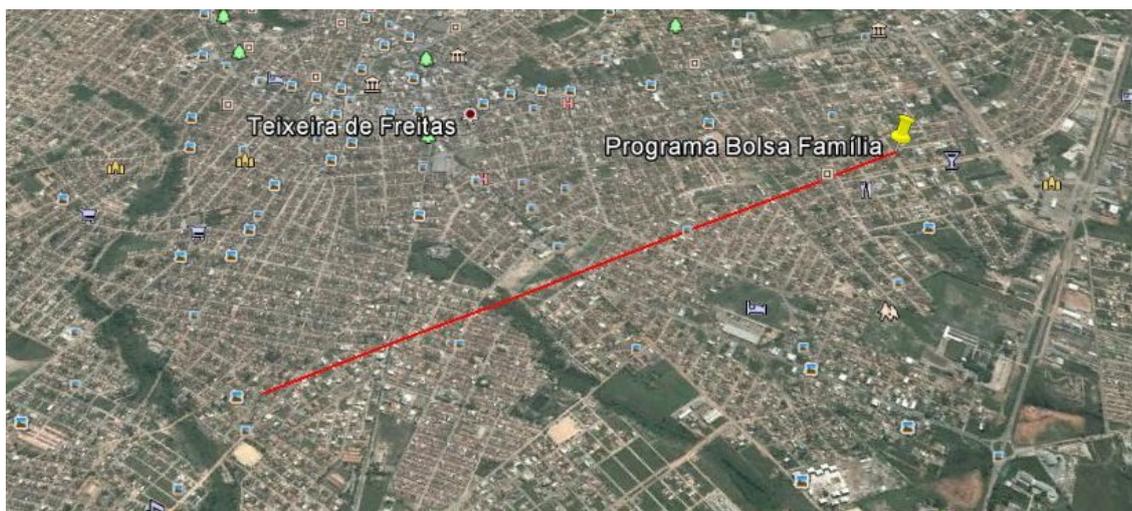


Figura 34 – Enlace EMEI Vinicius de Moraes x Programa Bolsa Familia

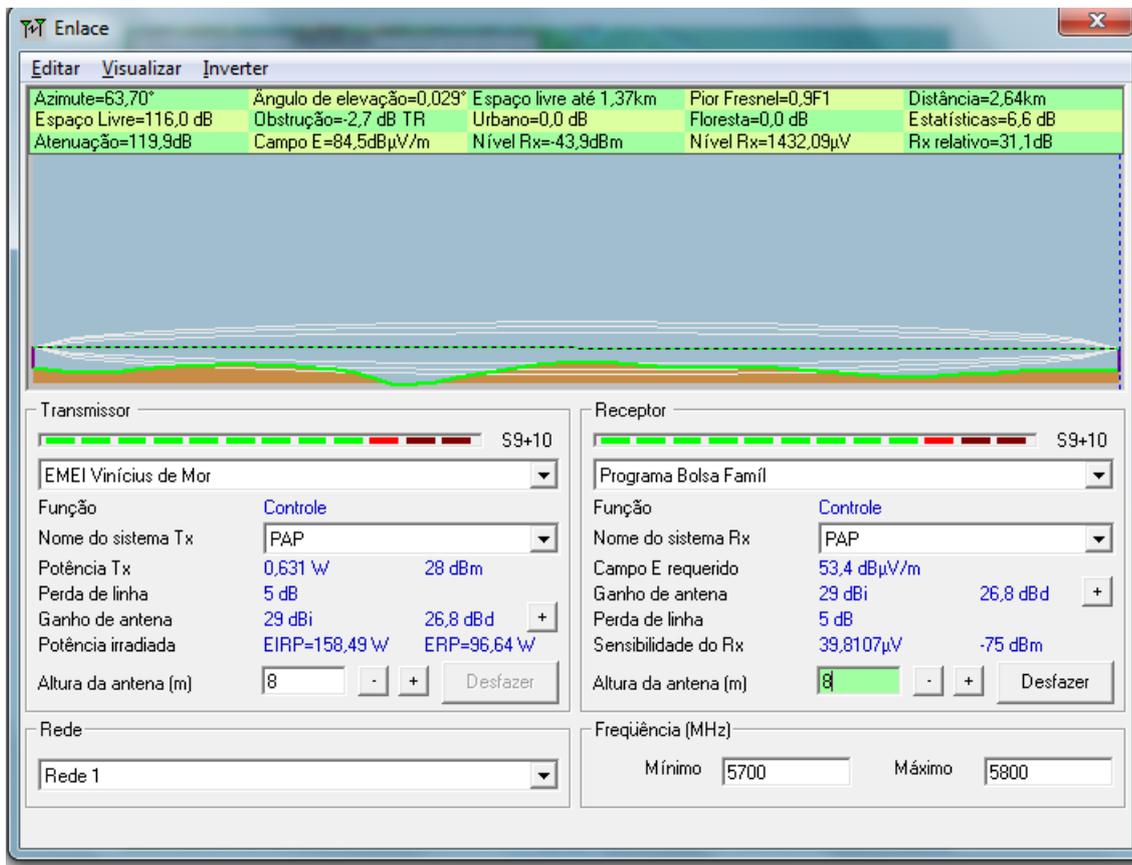


Figura 35 – Simulação EMEI Vinicius de Moraes x Programa Bolsa Família

Nível de sinal esperado: -43,9dBm Margem: 31,1 dB

4.3.9 Emei Vinícius de Moraes x S.M. Infra. e Transporte

Tipo: Ponto a Ponto

Altura: EMEI Vinícius de Moraes 8 metros, Torre Secretaria Municipal de Infraestrutura e Transporte 8 metros (a partir do nível do mar)

Modelo rádio: EMEI Vinícius de Moraes: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Torre S.M. Infra. e Transporte de: 01 Rocket M5 com antena de 29dBi

Distância do Ponto a Ponto: 2,51km

Infra-estrutura:

Torre EMEI Vinícius de Moraes: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Torre S.M. Infra. e Transporte: torre de 8 metros de altura com suporte para o rádio.

Coordenada Geográfica:

Torre EMEI Vinícius de Moraes: 12°44'26.77"S - 38°36'42.68"O

S.M. Infra. e Transporte: 17°32'17.52"S - 39°45'13.10"O

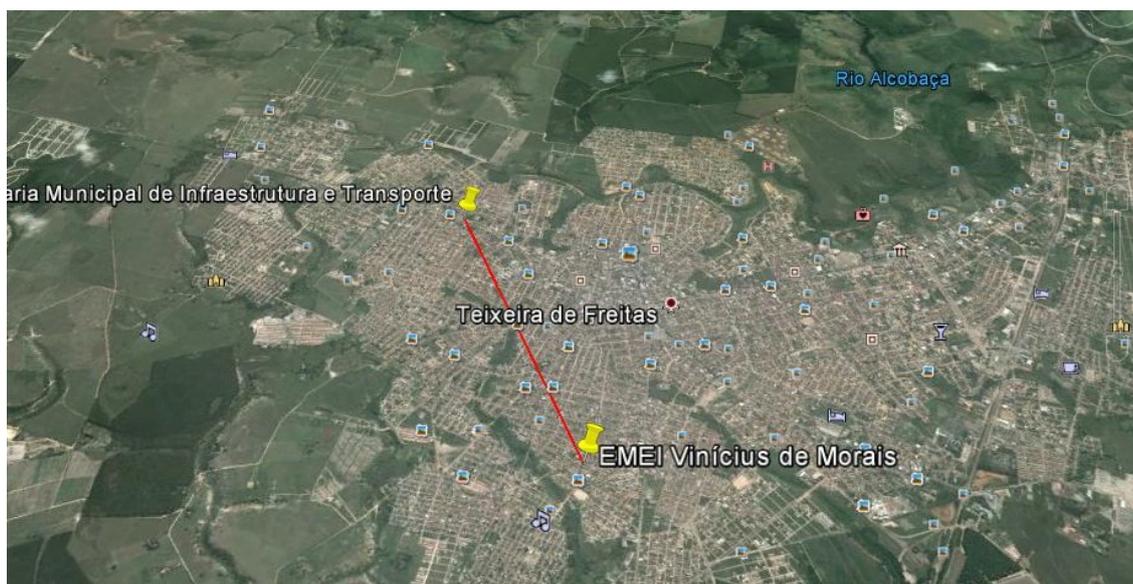


Figura 36 – Enlace S. M de Infraestrutura x EMEI Vinicius de Moraes.

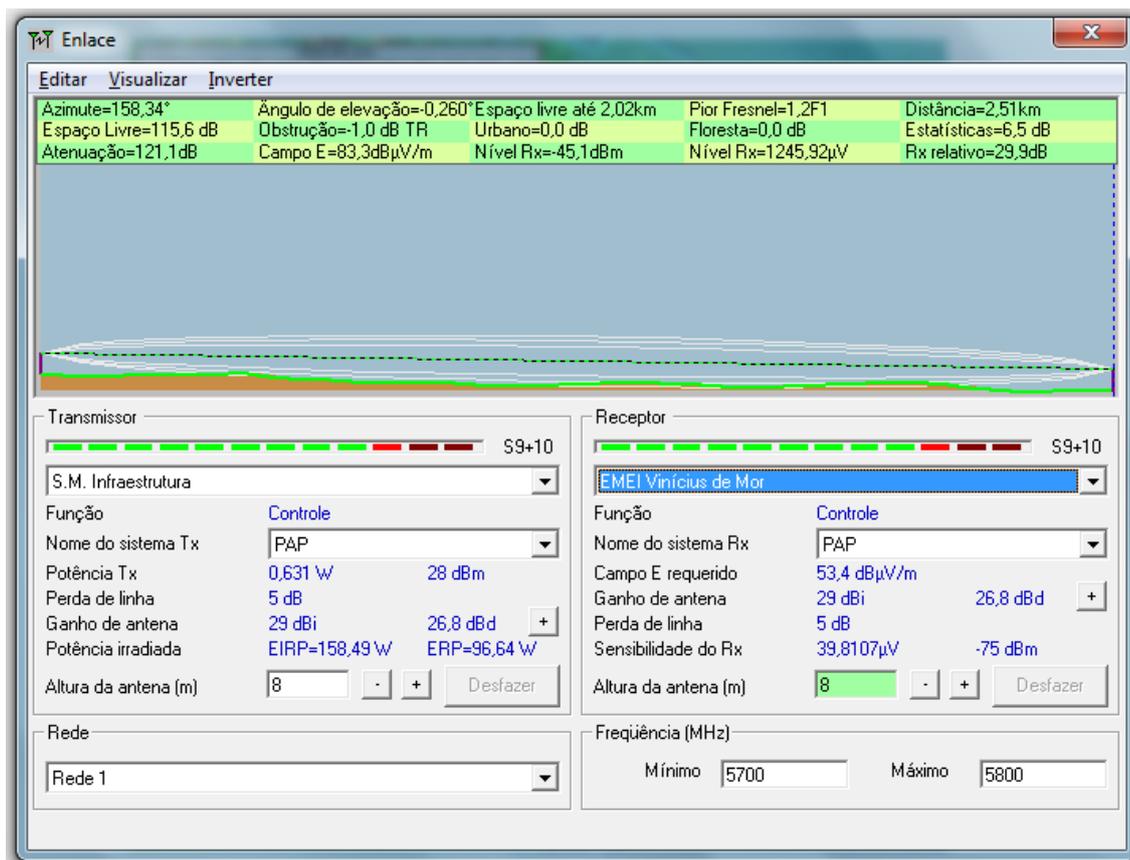


Figura 37 – Simulação S. M de Infraestrutura x EMEI Vinicius de Moraes.

Nível de sinal esperado: -45,1dBm Margem: 29,9 dB

4.4 Construção da Rede de Distribuição

Abordaremos cada prédio público por dois links independentes, sendo cada um proveniente de uma torre diferente e sua implementação será com equipamentos separados, isso fará com que nossa rede seja altamente resistente à falhas garantindo, assim, uma altíssima disponibilidade pois, caso um dos componentes de um link venha a apresentar falha, o serviço poderá continuar normalmente pelo outro circuito.

A comunicação entre os prédios públicos e as torres dar-se-á através de rádios transmissores e receptores de sinais, auxiliados por um conjunto de antenas parabólicas direcionais e painéis setoriais, afixados em torres de estrutura metálica reforçada, localizadas em pontos estratégicos, visando disponibilizar o sinal em 100% do território atendido, para ser captado por pontos de distribuição como Secretarias Executivas, Escolas, Estabelecimentos de Saúde e demais repartições e setores que por ventura demandarem serviços de rede. Serão utilizados aparelhos de rádio-transmissão operando na frequência de 5.8 GHz, atuando em faixa livre não licenciada. Na difusão e rebatimento de sinal serão utilizados antenas direcionais e painéis setoriais. O protocolo de rede utilizado será o TCP/IP – Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

4.4.1 Planejamento do uso de frequências e geometria de irradiação.

As torres terão sua montagem com três antenas de 120° que comporão cada uma um setor, onde as frequências não devem interferir uma com a outra, para tanto deve-se seguir o planejamento abaixo:

Tabela 11 – Uso de Frequências Madre de Deus

Torre do SM INFRA E Transporte	Frequência
Setor 1	5180
Setor 2	5210
Setor 3	5240
Torre PSF Bela Vista II	Frequência
Setor 1	5260
Setor 2	5280
Setor 3	5300
Torre da Programa Bolsa Família	Frequência
Setor 1	5320
Setor 2	5785
Setor 3	5805
Torre da EMEI Vinícius de Moraes	Frequência
Setor 1	5825
Setor 2	5200
Setor 3	5220

4.5 TABELA DE SINAL CALCULADO PARA CADA PONTO

Tabela 12 – Sinal Calculado para Cada Ponto de Teixeira de Freitas

ESTAÇÃO	EMEI Vinícius de Moraes			Programa Bolsa Família		
	Altura do mastro (m)	Distância (km)	Rx Relativo (dB)	Altura do mastro (m)	Distância (km)	Rx Relativo (dB)
Praça dos Leões	2	2,03	22,8	2	2,33	21,9
Escola Manoel Cardoso Neto	30	2,14	20,8	2	2,73	20,6
Praça da Escola	30	2,12	22,8	2	2,41	21,3
Praça do Ceará	2	2,15	20,5	2	2,42	20,8
EMEI Batista Monte Sinai	2	2,33	23	2	2,47	21,2
PSF Centro	2,5	2,2	22,4	4,5	2,68	21,1
Escola Clélia das Graças Figueiredo Pinto	2	2,45	20,1	6	3,03	20,3
PSF Santa Rita	2	2,47	23,2	2	3,23	20
Escola Joaquim Muniz de Almeida Neto	2	2,71	20,8	4	3,73	20,1
Programa de Erradicação do Trabalho Infantil PETI(i)	2	2,94	21,2	4,5	3,87	20,4
Programa de Erradicação do Trabalho Infantil PETI (ii)	2,5	3,06	20,8	2,5	3,98	19,5
PSF Ouro Verde	2	3,22	20,4	10,5	4,28	20,1
CEO (i)	2	2,78	22,3	3,5	3,99	20,6
CEO(ii)	2	1,73	24,6	2	1,74	23
SAMU	2	2,81	22,2	2	4,1	20,5
Secretaria municipal de esporte e lazer	2	2,88	20,8	5	4,14	20,6
Escola vivência Democrática	2	2,16	23,4	2	3,8	20,8
PSF Nova Teixeira	2,5	2,47	22,7	4	3,98	20,4
Escola Gessé Inácio do nascimento	2	1,91	22,8	2	3,78	20,7
PSF L.E.M.	2	2,32	23,1	8	3,8	20,3

PSF Redenção	2	1,98	20,8	2	3,1	22,3
Escola Deputado Geraldo Ramos	2	1,93	21,2	3	3,1	21,3
Praça das Caravelas	2	1,42	26	3	2,62	20,6
Programa Educação Esperança	2	1,38	26,4	3,5	2,62	21,2
Escola Igualdade e Justiça	2	1,26	26,6	3,5	2,46	22,2
Escola Vila Vargas	2	1,26	26,6	2	2,32	23,1
PSF São Lourenço II	2	0,63	33,6	2	2,41	20,8
PSF São Lourenço III	2	0,63	33,6	2	2,41	20,8
PSF São Lourenço IV	2	0,63	33,6	2	2,41	20,8
Regulação	2	2,88	20,8	5	4,14	20,6
CREAS – Centro de Referência Especializado de Assistência	2	1,07	27,9	2	2,79	22,8
Secretaria municipal de Segurança	2	1,62	25,9	2	1,39	26,3
Praça da Prefeitura	2	2,01	25,6	2	0,95	29,7
Secretaria municipal de Habitação	2	1,84	25,2	2	1,21	28
Secretaria municipal de agricultura	30	2,72	21,6	30	0,46	36,1
Vigilância Sanitária	30	2,72	21,6	30	0,46	36,1
Secretaria municipal de Ambiente e Turismo	3	2,72	21,8	3	0,46	34,6
Secretaria municipal de serviços Extraordinários	2	1,72	24	2	2,21	21,5
Secretaria municipal de assistência Social	2	2,64	22,9	–	–	–
Ambulatório Central	3	2,95	20,2	6	4,08	20,1
CAPS AD	2	2,42	24,8	2	0,75	30,5
CME	2	2,42	24,9	2	0,75	30,5
CAPS II	2	2,61	23	2	0,5	35,6
CAPS da Infância e Adolescência	2	2,61	23	2	0,5	35,6
CEREST	2	1,87	22,8	2,5	2,24	20,4

CTA	3	2,7	11,9	2	3,76	10,6
CEO(i)	2	2,37	21	2	1,85	21,5
CEO(ii)	2	1,73	23,6	3	1,74	20,1
Centro de Reabilitação	2	1,74	22,8	2	1,68	17,1
CTO	2	2,57	23,9	2	0,35	37,6
PSF Castelinho	4	3,36	20,1	3	0,78	31,6
PSF Liberdade I	2	0,8	30,2	2	3,39	21,6
PSF Liberdade II	2	0,81	30,1	2	3,33	22
PSF Nova América	5	5,13	20,2	4	2,55	21,2
PSF Tancredo Neves	2	1,4	26,1	2	3,26	20
PSF Teixeira	2	2,06	-41,6	3	1,74	-34
PSF Urbis	2	0,66	33,1	2	2,02	23,8
PSF Vila Verde	2	1,87	21,4	2	1,16	26,8
PSF Wilson Brito	2	0,88	29,1	2	1,99	24,6
Praça do Teixeira	2	1,91	39,6	3	1,72	-20,3
TV Sul Bahia	2	1,55	23,7	3	2,28	22
Programa Bolsa Família	2	2,64	22,9			
CMEI Estrela da Manhã	2	1,19	27,7	2	3,48	19,6
Creche Jardim dos Pássaros	2	0,67	32,1	2	1,98	23,2
EMEI Ana Maria Machado	6	3,13	22,2	2	0,52	33,6
EMEI Vinicius de Moraes				2	2,64	23,7
Escola Alcenor Alves	2	3,26	22,3	2	0,88	29,1
Escola Amigos de Ara	2	0,57	34,4	3,5	3,2	20,9
Escola Antônio Chico	2	1,29	27	2	1,47	25,1
Escola Bela Vista	2	2,61	23	2	0,5	35,6
Escola Brás Pereira	3,5	1,77	21,8	2,5	1,61	20,3
Escola Gilberto da S	2	3,33	20,3	2	0,97	28,1
Escola Irmã Dulce	3,5	3,59	22,4	2,5	0,96	29,4
Escola João Mendonça	2	0,59	33,1	2	2,19	25,1
Escola Félix Correia	5	4,28	20,3	2	1,64	22,5
Escola Rachel de Queiroz	2	1,53	22,9	2	2,83	22,7

Escola Rotary Club	3	2,95	10,2	2	4,08	9,1
Escola São Geraldo	3	1,37	25,8	3	3,11	13,2
Escola Scheneider Co	3	4,1	18,3	3,5	1,51	26,9
Escola Solidariedade	2	0,82	31,3	2	2,34	23,2

ESTAÇÃO	PSF Bela Vista II			SM Infraestrutura		
	Altura do mastro (m)	Distância (km)	Rx Relativo (dB)	Altura do mastro (m)	Distância (km)	Rx Relativo (dB)
Praça dos Leões	2	0,77	30,2	30	1,17	28,1
Escola Manoel Cardoso Neto	2	0,88	29,3	30	1,14	26,8
Praça da Escola	2	0,89	30,4	30	1,09	28,7
Praça do Ceará	2	0,9	30,4	2	1,09	28,3
EMEI Batista Monte Sinai	2	1,06	28,8	2	1,11	28,1
PSF Centro	4,5	1,09	28,5	2	0,83	29,5
Escola Clélia das Graças Figueiredo Pinto	6	1,44	23,3	2	0,54	33,8
PSF Santa Rita	2	1,59	24,7	2	0,3	39,6
Escola Joaquim Muniz de Almeida Neto	8,5	2,03	20,9	2	0,25	41,2
Programa de Erradicação do Trabalho Infantil PETI(i)	5	2,21	20	2	0,46	36,5
Programa de Erradicação do Trabalho Infantil PETI (ii)	6,5	2,33	22,3	2	0,57	34,4
PSF Ouro Verde	10,5	2,59	23,7	2	0,81	31,2
CEO (i)	10	2,25	22,1	2	0,51	35,2
CEO(ii)	2	0,29	38,5	2	1,76	22,1
SAMU	7	2,35	22,4	2	0,65	32,1
Secretaria municipal de esporte e lazer	5,5	2,39	20,7	2	0,67	32,8
Escola vivência Democrática	2	1,99	20,3	2	0,85	29,3
PSF Nova Teixeira	6	2,18	21,3	2	0,73	30,9
Escola Gessé Inácio do nascimento	2	1,97	25,8	2	1,15	28,3
PSF L.E.M.	8	2	23,7	2	0,64	33,3
PSF Redenção	2	1,32	26,4	2	0,53	35

Escola Deputado Geraldo Ramos	3	1,31	27,2	2	0,58	33,6
Praça das Caravelas	3	0,8	31	2	1,15	27,4
Programa Educação Esperança	3,5	0,8	30,4	2	1,18	27,7
Escola Igualdade e Justiça	3,5	0,65	33,1	2	1,36	25,2
Escola Vila Vargas	2	0,51	35,4	2	1,45	27,1
PSF São Lourenço II	2	0,89	29,6	2	1,94	22,2
PSF São Lourenço III	2	0,89	29,6	2	1,94	22,2
PSF São Lourenço IV	2	0,89	29,6	2	1,94	22,2
Regulação	5,5	2,39	20,7	2	0,67	33
CREAS – Centro de Referência Especializado de Assistência	2	1,03	29,3	2	1,44	22,5
Secretaria municipal de Segurança	2	0,43	27,4	2	2,17	23,3
Praça da Prefeitura	2	0,89	30,3	2	2,54	24,6
Secretaria municipal de Habitação	2	0,63	25,1	2	2,3	25,4
Secretaria municipal de agricultura	30	1,67	25,3	30	3,21	21,4
Vigilância Sanitária	30	1,67	25,3	30	3,21	21,4
Secretaria municipal de Ambiente e Turismo	3	1,67	24,6	2	3,21	22,1
Secretaria municipal de serviços Extraordinários	2	0,53	34,9	2	1,29	26,6
Secretaria municipal de assistência Social	2,5	1,82	24,5	2	3,49	21,6
Ambulatório Central	9	2,36	23	2	0,59	34
CAPS AD	2	1,26	27,5	3,5	2,79	22,7
CME	2	1,26	27,5	3,5	2,79	22,7
CAPS II	2	1,55	23,8	2	3,1	21
CAPS da Infância e Adolescência	2	1,55	23,8	2	3,1	21
CEREST	2	0,62	32,7	2	1,24	24,2
CTA	9	2,05	21,2	2	0,27	46,1

CEO(i)	2	0,93	29,9	2	1,77	28
CEO(ii)	2	0,29	38,5	2	1,79	26
Centro de Reabilitação	2	0,3	38,6	2	1,82	23,3
CTO	2	1,59	27,3	2	3,19	21,2
PSF Castelinho	3	2,36	23,8	2	3,84	22,9
PSF Liberdade I	2	1,94	23,5	2,5	2,4	22,1
PSF Liberdade II	2	2,25	26,3	2	3,1	21,7
PSF Nova América	4	4,01	21	21	5,21	21,1
PSF Tancredo Neves	2	1,47	23,3	2	1,26	21,4
PSF Teixeira	2	0,62	20	2	1,76	28,1
PSF Urbis	2	1,23	27,1	3	2,72	23,4
PSF Vila Verde	2	1,79	22,4	2	3,56	23,1
PSF Wilson Brito	2	1,51	24,5	2	3,06	22,5
Praça do Teixeira	2	0,47	24	2	1,76	24,3
TV Sul Bahia	2	0,49	35,7	2	1,3	28,6
Programa Bolsa Família	2,5	1,82	24,5	2	3,49	23,1
CMEI Estrela da Manhã	2	1,79	21,9	2	1,79	27,6
Creche Jardim dos Pássaros	2	1,15	26,7	3	2,65	24,6
EMEI Ana Maria Machado	2	2,18	24,2	2	3,73	22
EMEI Vinicius de Moraes	2	1,44	23,8	3	2,51	26,2
Escola Alcenor Alves	2	2,12	24,1	2	3,49	23,1
Escola Amigos de Ara	2	1,94	21,5	3	2,69	22,4
Escola Antônio Chico	2	1,36	26,1	2	3,08	22,6
Escola Bela Vista	2	1,55	23,8	4	3,1	24
Escola Brás Pereira	2	0,35	38,5	2	1,89	21,8
Escola Gilberto da S	2	2,16	25	2	3,49	23,1
Escola Irmã Dulce	2,5	2,66	24,3	2	4,17	22,6
Escola João Mendonça	2	1,43	25,6	3,5	2,86	25,3
Escola Félix Correia	2	3,29	22,1	15	4,69	21,5
Escola Rachel de Queiroz	2	1,01	27,8	2	0,99	34,9
Escola Rotary Club	2	2,36	4,1	2	0,59	33,7

Escola São Geraldo	2	1,31	21,7	3,5	1,2	26
Escola Scheneider Co	3,5	3,31	21	2,5	4,87	21,1
Escola Solidariedade	2	1,8	23,4	2	3,22	22,9

4.6 TAXA DE CONTENÇÃO (TC)

Metodologia

Para as escolas foi feita a previsão de um laboratório de informática com 20 computadores, mais 10 para serviço administrativo, a banda destinada para cada escola será de 6Mbps com uma contenção de 10%, ou seja, 200Kbps.

Para os prédios públicos previmos 10 computadores com uma banda de 2Mbps e uma taxa de contenção de 10%, ou seja, 200Kbps.

Para os postos de saúde a mesma previsão dos prédios públicos.

A banda total do backbone, e da porta IP de saída deve ser no mínimo de 248Mbps.

Em cada ponto faremos uma reserva (IntServ) de 60Kbps para duas linhas de voz e o resto da banda será utilizado para o tráfego de Internet.

Tabela 13 – Banda por Unidade da Prefeitura

Local	Banda
1. AMBULATÓRIO CENTRAL	2
2. CAPS AD	2
3. CAPS DA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA	2
4. CME	2
5. CEREST	2
6. CMEI ESTRELA DA MANHÃ	2
7. CAPS II	2
8. CENTRO DE REABILITAÇÃO MÃE MARIA	2
9. CEO(I)	2
10. CEO(II)	2
11. ESCOLA SOLIDARIEDADE	6
12. ESCOLA CLÉCIA DAS GRAÇAS FIGUEIREDO PINTO	6
13. ESCOLA BELA VISTA	6
14. ESCOLA BRÁS PEREIRA DO NASCIMENTO	6
15. ESCOLA GILBERTO DA SILVA CARDOSO	6

16. ESCOLA IRMÃ DULCE	6
17. ESCOLA JOÃO MENDONÇA	6
18. ESCOLA JOSÉ FÉLIX CORREIA	6
19. ESCOLA JOSÉ FÉLIX CORREIA	6
20. ESCOLA SÃO GERALDO	6
21. ESCOLA ROTARY CLUB	6
22. ESCOLA SHENEIDER CORDEIRO CORREIA	6
23. ESCOLA VILA VARGAS	6
24. ESF - CASTELINHO	2
25. ESCOLA SOLIDARIEDADE	6
26. ESCOLA DEPUTADO GERALDO RAMOS	6
27. ESCOLA GESSÉ INÁCIO DO NASCIMENTO	6
28. ESCOLA IGUALDADE E JUSTIÇA	6
29. ESCOLA JOAQUIM MUNIZ	6
30. ESCOLA MANOEL CARDOSO NETO	6
31. PROGRAMA DE ERRADICAÇÃO DO TRABALHO INFANTIL	2
32. PROGRAMA DE ERRADICAÇÃO DO TRABALHO INFANTIL	2
33. ESF – LIBERDADE I	2
34. ESF – LIBERDADE II	2
35. ESF – NOVA AMÉRICA	2
36. ESF – TEIXEIRINHA	2
37. ESF URBIS	2
38. ESF VILA VERDE	2
39. ESF WILSON BRITO	2
40. PSF OURO VERDE	2
41. PRAÇA DO TEIXEIRINHA	2
42. PRAÇA DA ESCOLA	2
43. PRAÇA DA PREFEITURA	2
44. PRAÇA DAS CARAVELAS	2
45. PRAÇA DO CEARÁ	2
46. PRAÇA DOS LEÕES	2

47. PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA	2
48. PROGRAMA EDUCAÇÃO ESPERANÇA	2
49. PSF CENTRO	2
50. PSF LEM	2
51. PSF NOVA TEIXEIRA	2
52. SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSISTÊNCIA SOCIAL	2
53. PSF REDENÇÃO	2
54. PSF SANTA RITA	2
55. PSF SÃO LOURENÇO II	2
56. PSF SÃO LOURENÇO III	2
58. REGULAÇÃO	2
59. SAMU	2
60. SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA	2
61. VIGILÂNCIA SANITÁRIA	2
62. SECRETARIA MUNICIPAL DE ESPORTE E LAZER	2
63. SECRETARIA MUNICIPAL DE SEGURANÇA	2
64. SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS EXTRAORDINÁRIOS	2
65. TV SUL BAHIA	2
66. SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO	2
67. ESCOLA ANTONIO CHICON SOBRINHO	6
68. ESCOLA AMIGOS DE ARACRUZ	6
69. CEO (III)	2
70. CREAS	2
71. CRECHE JARDIM DOS PÁSSAROS	2
72. CTA	2
73. CTO	2
74. EMEI ANA MARIA MACHADO	2
75. EMEI VINÍCIUS DE MORAES	2
76. EMEI BATISTA MONTE SINAI	2
77. ESCOLA ALCENOR ALVES BARBOSA	6

78. ESCOLA VIVÊNCIA DEMOCRÁTICA	6
79. CEO (IV)	2
Total	248

4.7 Composição de Preços Site Survey

Tabela 14 – Composição de preços do Site Survey para Teixeira de Freitas

Item	Descrição	Quantidade		Preço (R\$)	
		Quantidade	T	Valor Unitário	Valor Total
1.1	No-Break 1.200VA	84	UN	500	42.000,00
1.2	Haste de aterramento de 3 mt	12	UN	35	420,00
1.3	Conector CHT para aterramento	12	UN	25	300,00
1.4	Captor Flanklin 300mm inox	4	UN	180	720,00
1.5	Isolador reforçado fixação horizontal PRT-203	60	UN	15	900,00
1.6	Borne de 6mm	12	UN	6	72,00
1.7	Cabo nu de 10mm	150	MT	8	1.200,00
1.8	Cabo de aço 2mm	300	MT	4	1.200,00
1.9	Caixa hermética	80	UN	90	7.200,00
1.10	Roteador RB750	80	UN	280	22.400,00
1.11	Base Triangular 30cm	4	UN	190	760,00
1.12	Tubo Galvanizado 3/4	80	MT	20	1.600,00
1.13	Módulo triangular 2m algura com 30cm de lado	60	UN	220	13.200,00
1.14	NanoBridge 25dBi	80	UN	450	36.000,00
1.15	Antena Setorial 120° 19dBi Polarização dupla em 5.8Ghz	12	UN	780	9.360,00
1.16	Rocket M5	20	UN	450	9.000,00
1.17	Antena 30dBi polarização dupla em 5.8GHz	8	UN	550	4.400,00
TOTAL					150.732,00

5 Projeto Infovia Madre de Deus - Fibra

5.1 Requisitos

O projeto de infovia deve atender a certos requisitos, como:

5.1.1 Fibras em anel e redundantes

A fibra apesar de apresentar uma alta capacidade e estabilidade ele tem um tempo de recuperação de serviço muito alto. Pois a localização de um defeito e reparo é muito mais lenta que um sistema de rádio, onde todos os equipamentos são ativos e monitoráveis. Por este motivo para uma boa disponibilidade do serviço é essencial que o mesmo seja oferecido por dupla abordagem e em anel.

5.1.2 Capacidade

A fibra de todos os meios de transmissão é a que apresenta a maior capacidade de transmissão, e que mantém melhor o investimento em infraestrutura, pois o aumento da velocidade de transmissão se dá apenas trocando os conversores nas pontas da fibra, ou seja, todo o meio não precisa ser atualizado apenas as extremidades em caso de upgrade, e já é possível passar mais de 1Tbps em uma única fibra.

5.1.3 Atraso

A latência (atraso) de pacotes que trafegam em fibra é o menor possível, a comunicação se dá a velocidades próximas a da luz e totalmente imunes a interferências eletromagnéticas externas. Garantindo as melhores latências possíveis tecnicamente.

5.1.4 Jitter

Da mesma forma que o atraso o jitter é o menor possível pois a fibra utilizada é do tipo monomodo, que tem um único modo de propagação, utiliza-se apenas um comprimento de onda, de forma que não temos o efeito da dispersão cromática fazendo com que os pacotes cheguem em intervalos extremamente regulares.

5.1.5 Perda de pacotes

Como a fibra não sofre interferência eletromagnética a perda de pacotes num enlace de fibra não varia com o tempo sendo fixo e constante, pois só pode ser causado por deformações mecânicas, o que garante da mesma forma que os parâmetros anteriores as

melhores condições técnicas disponíveis atualmente, e superando todas as tecnologias, neste quesito.

5.2 Construção do BackBone

5.3 OBJETIVO:

Implantação de uma rede de telecomunicações em fibra óptica, de alta capacidade e disponibilidade montada em anel para interligar todos os prédios públicos da prefeitura de Madre de Deus;

5.4 DESCRITIVO DO PROJETO

5.4.1 Os serviços compreendem:

1. equipagem dos postes da concessionária de energia elétrica para fixação de cabos de fibra óptica nos mesmos;
2. passagem de 15Km de fibra óptica utilizando os postes da concessionária de energia elétrica para formar um backbone;
3. equipagem destes postes com para raios e aterramento;
4. alimentação elétrica destes postes;
5. instalação da infra-estrutura nos postes para receber os equipamentos de telecomunicações, no-break, conversores de fibra, roteadores;
6. instalação de 80 conversores de fibra óptica, 80 roteadores e 40 no-breaks com 40 bancos de bateria;

5.5 ETAPAS DO PROJETO

5.5.1 Primeira etapa:

Equipagem dos postes conforme desenho abaixo e arquivo kmz anexo, para preparar a passagem das fibras que comporão o backbone de transporte da solução.

Postes da Concessionária

Adequação do espaço a ser ocupado (quando necessário) em relação a outras estruturas existentes, outros serviços, exceto circuitos de rede elétrica;

Instalação de ferragens/acessórios para instalação da rede de cabos ópticos, através de fita de aço inox e/ou braçadeiras ajustáveis tipo BAP;

Para as emendas ópticas entre diferentes capacidades de cabos ópticos, deverão ser utilizadas caixas de emenda óptica aérea, que serão fixas ao poste ou amarradas nos cabos mensageiros;

As trajetórias da rede estão descritas em arquivo kmz anexo.



Figura 38 – Anel Principal de Fibra (Madre de Deus)

Partindo do anel básico das caixas onde finaliza os backbones saem 9 ramificações.



Figura 39 – Ramificações do Anel de Fibra (Madre de Deus)

Tabela 15 – Distancia dos Cabos de Fibra (Madre de Deus)

Fibra	Tamanho (m)
Anel de Fibra	7327
Ramificação 1	387
Ramificação 2	655
Ramificação 3	620
Ramificação 4	461
Ramificação 5	272
Ramificação 6	837
Ramificação 7	128
Ramificação 8	84
Ramificação 9	1120
Total (sem reservas)	11891

5.5.2 Segunda etapa:

Passagem de 15Km de fibra óptica utilizando os postes da concessionária de energia elétrica para formar um backbone.

Distribuição da rede de Cabos de Fibra Óptica a serem instalados em postes da Concessionária

A rede de fibra óptica será instalada em postes de concreto de tipos Cônicos e Duplo. Deve-se observar atentamente as trações que serão empregadas em cada lançamento, bem como, as alturas que a cordoalha e os cabos serão lançados.

Instalação da rede de Fibra Óptica:

Coluna Vertebral Principal de Fibra Óptica (BackBone):

Saindo da Central Integrada de Segurança, internamente, através de novo encaminhamento de infra-estrutura em eletroduto galvanizado de 1 1/4" e acessórios, no subsolo, e subindo pelo poste, e seguindo pela via aérea, teremos 2 (dois) cabos principais que irão distribuir os pontos necessários ao Sistema de CFTV.

Cabo 1 vai seguir a costa beirando a praia pela Rua Costa do Palame em direção a entrada da cidade, conforme marcação no arquivo kmz anexo.

Cabo 2 vai seguir o caminho pela Rua Luiz Viana Bernardes contornando a cidade em direção a entrada da cidade, conforme marcação no arquivo kmz anexo.

Ambos os cabos se encontram na cabine da PM na entrada da cidade, e fecham um anel, que vai dar redundância e alta disponibilidade para os serviços que dependem desta infra-estrutura.

Depois serão passados os cabos das ramificações 1 até a 9 conforme descrição em arquivo kmz anexo.

Procedimentos para Instalação dos cabos de Fibra Óptica

Os procedimentos para a instalação de cabos ópticos aéreo estão determinados na Norma TELEBRÁS n° 235-420-335;

Características:

- Todas as fibras ópticas deverão ser emendadas por processo de Fusão nas caixas de Emenda aérea indicadas nos projetos anexos;
- As folgas de cabo óptico deverão ser acomodadas adequadamente ao lado das caixas de emenda e nos pontos indicados como reserva técnica;
- Nos pontos de emenda deverão ser deixados, no mínimo, 12 (doze) metros de cabo óptico em cada extremidade, fixando-o adequadamente;
- Os cabos ópticos não deverão ser instalados nos suportes com isoladores onde já estejam passando outros cabos (telefônico, TV a cabo ou mesmo outro cabo de fibra);
- O vão máximo dos cabos de Fibra Óptica é de 80 metros;
- Os cabos de Fibra Óptica, quando submetido a curvaturas com raio mínimo igual a 20 (vinte) vezes o diâmetro do cabo, não deverão apresentar variações de atenuação maiores que a sensibilidade do instrumento de medida. Para raio de curvatura mínimo de 6 (seis) vezes o diâmetro do cabo, o acréscimo de atenuação deverá ser menor que 0,1dB (um décimo);
- Depois de efetuada todas as instalações e passagens das fibras ópticas, deverão ser efetuadas provas e testes de todos os cabos de fibra óptica instalados com a emissão de Certificações, conforme OTDR. (equipamento para testes em cabo óptico).
- Tipo de Cabo de Fibra Óptica
- Os cabos de Fibra Óptica a serem usados, devem ser cabos projetados para sistema de uso externo, devendo ser espinado através de cabo mensageiro, sendo do tipo monomodo.

Acessórios para lançamento do cabo mensageiro:

- Os cabos de Fibra Óptica devem ser lançados sobre um cabo de aço de 3/8" designado de cabo mensageiro, devidamente espinado, com fio de espinar, utilizando-se equipamento adequado, chamado máquina de espinar.
- O cabo mensageiro deve ser fixo em ferragens específicas para os serviços, ou seja, alça, laço, isoladores e fitas, o qual darão sustentação para lançamento do cabo de fibra óptica.
- Implantação de infra-estrutura para entrada dos cabos:
- Nos pontos em que os cabos entram nas áreas cobertas, deve ser implantado um encaminhamento em dutos galvanizados de 1 1/4" e 1" e acessórios, com finalidade de proteger os cabos e dar maior segurança.
- Este encaminhamento deve ser do ponto em que a fibra óptica chega da parte externa, até um rack na parte interna, onde serão feitas as fusões do cabo em um bloqueio óptico ou DIO.
- Os pontos que ainda não tiverem seus locais definidos, os cabos serão localizados no ponto em que for indicado no momento da obra ou conforme indicação. Na planilha de equipamentos e material abaixo, estão envolvidos os componentes e acessórios necessários para que sejam realizados os encaminhamentos, sendo que o quantitativo de material foi calculado no local de acordo com a idéia existente no momento da execução da obra.

5.6 COMPOSIÇÃO DE PREÇOS REDE DE FIBRA

Tabela 16 – Custos Rede de Fibra Óptica

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS - Material e Mão de Obra					
1.1	Elaboração do projeto executivo e as Built	Vb	1	R\$15.000,00	R\$15.000,00
1.2	Registro no CREA/BA	Vb	3	R\$167,68	R\$503,04
1.3	Equipamentos, ferramentas, EPI e uniformes	Vb	1	R\$4.500,00	R\$4.500,00
1.4	Transporte geral	Vb	1	R\$4.000,00	R\$4.000,00
Sub-Total Item 1					R\$24.003,04
2.1	Conversor de mídia monomodo, SC, 1000Mbps	Pr	104	R\$500,00	R\$52.000,00
2.2	Conector Drop SC	Um	104	R\$25,00	R\$2.600,00
2.3	Rack 19", 28U, de piso com rodas	Um	1	R\$1.800,00	R\$1.800,00
2.4	Bandeja para rack 19", 1U	Um	4	R\$50,00	R\$200,00
2.5	Régua de tomadas com 8 tomadas	Um	2	R\$60,00	R\$120,00
2.6	Guia de cabos de 1U. para rack 19"	Um	5	R\$30,00	R\$150,00
2.7	Tampa cega para rack 19", 1U	Um	5	R\$24,00	R\$120,00
2.8	Parafuso porca gaiola	Um	50	R\$1,20	R\$60,00
2.9	Abraçadeira de nylon de 15cm	Um	100	R\$0,20	R\$20,00
2.1	No-Break Ragtech 1200VA	Um	52	R\$400,00	R\$20.800,00
2.1	Servidor HP Proliant ML350 G8	Um	1	R\$9.000,00	R\$9.000,00
2.1	Monitor de 32"	Um	1	R\$1.200,00	R\$1.200,00
2.1	No-Break Raghteck Infinium Digital 2200VA com módulo externo MBII	Um	1	R\$3.000,00	R\$3.000,00
2.1	Gerador 12KVA gasolina partida manual	Um	1	R\$15.000,00	R\$15.000,00
2.1	Roteador RB 1100 AHx2	Um	52	R\$1.800,00	R\$93.600,00
2.1	Switch 3Com 3CRBSG5293 52 portas Gerenciável Gigabit	Um	1	R\$4.500,00	R\$4.500,00
Sub-Total Item 2					R\$204.170,00
3.1	Cabo de fibra óptica singular drop Monomodo autosustentável	Mt	1500	R\$2,00	R\$30.000,00
3.2	Alça preformada	Um	300	R\$2,50	R\$750,00
3.3	Laço preformado	Um	300	R\$2,50	R\$750,00
3.4	Isolador completo (roldana, rack, parafuso)	Um	300	R\$14,00	R\$4.200,00
3.5	Fita BAP n. 3 com parafuso	Um	300	R\$9,00	R\$2.700,00
3.6	Eletroduto galvanizado de 1"	Vr	100	R\$12,00	R\$1.200,00

3.7	Curva galvanizada de 1'	Um	74	R\$2,90	R\$214,60
3.8	Unidute cônico Galvanizado de 1"	Um	20	R\$3,00	R\$60,00
3.9	Unidute reto galvanizado 1"	Um	50	R\$3,20	R\$160,00
3.1	Abraçadeira galvanizada de 1"	Um	80	R\$1,00	R\$80,00
0					
3.1	Eletroduto galvanizado de 1 1/4"	Vr	100	R\$14,00	R\$1.400,00
1					
3.1	Curva galvanizada de 1 1/4"	Um	20	R\$2,90	R\$58,00
2					
3.1	Unidute cônico Galvanizado de 1 1/4"	Um	8	R\$3,00	R\$24,00
3					
3.1	Unidute reto galvanizado 1 1/4"	Um	40	R\$3,20	R\$128,00
4					
3.1	Condutele galvanizada tipo X de 1 1/4"	Um	10	R\$9,00	R\$90,00
5					
3.1	Abraçadeira galvanizada de 1 1/4"	Um	50	R\$1,30	R\$65,00
6					
3.1	Parafuso e bucha n.7	Um	200	R\$0,50	R\$100,00
7					
3.1	Poste de ferro de 15 metros,	Um	37	R\$4.800,00	R\$177.600,00
8					
3.1	Caixa hermética metálica 50x50x40	Um	48	R\$600,00	R\$28.800,00
9					
3.2	Cabo elétrico F*P 3x2,5mm	Mt	500	R\$6,00	R\$3.000,00
0					
3.2	Disjuntor mono, tipo DIM, 12A	Um	40	R\$15,00	R\$600,00
1					
3.2	Haste de aterramento de 3mt	Um	40	R\$25,00	R\$1.000,00
2					
3.2	Conector CHt para aterramento	Um	40	R\$12,00	R\$480,00
3					
3.2	Poste elemento final	Um	37	R\$4,00	R\$148,00
4					
3.2	Trilho tipo DIM para fixação	Mt	100	R\$12,00	R\$1.200,00
5					
3.2	Protetor de surto de 275V 15Ka	Um	40	R\$60,00	R\$2.400,00
6					
3.2	Captor Franklin 300mm inox	Um	40	R\$120,00	R\$4.800,00
7					
3.2	Isolador reforçado fixação horizontal PRT-203	Um	148	R\$7,00	R\$1.036,00
8					
3.2	Borne de 6mm porta fusível	Um	40	R\$4,00	R\$160,00
9					
3.3	Borne de 6mm	Um	40	R\$3,00	R\$120,00
0					
3.3	Cabo elétrico de 2,5mm	Mt	300	R\$1,00	R\$300,00
1					
3.3	Cabo nu de 10mm	Mt	555	R\$5,60	R\$3.108,00
2					

	Sub-total Item 3				R\$266.731,60
4.1	Implantação do poste de ferro	Vb	37	R\$1.800,00	R\$66.600,00
4.2	Colocação das ferragens para lançamento da Cordoalha	Vb	300	R\$15,00	R\$4.500,00
4.3	Lançamento do cabos de fibra óptica	Vb	1500	R\$3,50	R\$52.500,00
			0		
4.4	Implantação dos encaminhamentos em eletroduto galvanizado	Vb	37	R\$1.200,00	R\$44.400,00
4.5	Fixação e organização das caixas cofre	Vb	37	R\$200,00	R\$7.400,00
4.6	Fixação e organização dos racks	Vb	1	R\$300,00	R\$300,00
4.7	Emendas mecânicas de fibra óptica	Um	82	R\$30,00	R\$2.460,00
4.8	Aterramento	Um	40	R\$120,00	R\$4.800,00
4.9	Instalação dos softwares no servidor, configuração e testes	Um	1	R\$1.200,00	R\$1.200,00
4.1	Treinamento dos funcionários da prefeitura (40hs)	h	40	R\$100,00	R\$4.000,00
4.1	Instalação de gerador de 15KVA automático	Um	1	R\$2.300,00	R\$2.300,00
4.1	Instalação de quadro de distribuição elétrico com comutador	Um	2	R\$1.800,00	R\$3.600,00
	Sub-Total Item 4				R\$194.060,00
5.1	Desmobilização da estrutura de serviço	Vb	1	R\$1.000,00	R\$1.000,00
5.2	Testes e ajustes finais (OTDR)	Vb	82	R\$50,00	R\$4.100,00
5.3	Limpeza da área	Vb	1	R\$500,00	R\$500,00
	Sub-Total Item 5				R\$5.600,00
					R\$694.564,64

6 Conclusões

Em ambos os estudos as simulações de computador demonstraram que seria possível utilizar os equipamentos desta tecnologia para a construção de um backbone e interligação de todos os prédios públicos, criando uma rede de telecomunicações privada a serviço da prefeitura.

Como os dispositivos tem um tempo entre falhas não divulgado, o ideal é construir acessos com um sistema redundante, mas isso criaria uma rede muito resistente a falhas e com alta disponibilidade.

Tabela 17 – Comparativo entre as Cidades Estudadas

	Madre de Deus	Teixeira de Freitas
Custo de Material	R\$ 60.275,00	R\$ 150.732,00
População	19.300	157.804
Área do Município em Km ²	32	1.163
Prédios Públicos	21	80
Custo por habitante	R\$ 3,12	R\$ 0,96
Custo por Km ²	R\$ 1.883,60	R\$ 129,51
Custo por Prédio	R\$ 2.870,20	R\$ 1.884,15

Baseado nos dados colhidos e calculados, conclui-se que este modelo é adequado a municípios de pequeno, médio e grande porte, pois com o crescimento da população e da área a ser atendida, como do número de prédios, o custo unitário cai como pode ser observado pela Tabela 17.

O baixo custo de uma rede de rádio utilizando esta tecnologia torna possível a implementação de cidades digitais em municípios que tenham poucos recursos financeiros.

O único inconveniente desta tecnologia é a baixa banda associada, o que limita alguns serviços que precisem de alta taxa de transferência. Mas já é suficiente para gerar uma economia enorme para a prefeitura.

No caso específico de Teixeira de Freitas a despesa mensal da prefeitura com serviços de telecomunicações é de aproximadamente R\$ 67.000,00 (sessenta e sete mil reais) por

mês, se retirarmos deste valor o custo com assinatura de linhas analógicas e o de transporte de dados, o custo cairia para aproximadamente R\$ 16.000,00 (dezesesseis mil reais) o que demonstra que a economia gerada pelo projeto é suficiente para justificar a sua implementação.

Com a implantação da Infovia Digital, integrando todos os prédios da prefeitura, será possível implantar uma rede corporativa de voz e dados convergentes, com as seguintes características:

- Voz e dados em todas as unidades da Prefeitura;
- Cobertura Wi-Fi em todas as praças da cidade;
- Migração do tráfego de voz e dados que hoje utiliza a rede pública para a rede corporativa.

Para melhor desempenho da rede corporativa, sugere-se as seguintes ações:

- Política de QoS;
- Implantação de Proxy para controle do tráfego na borda da rede;
- Telefonia IP;
- Política de segurança da rede;
- Criação de normas para a utilização dos recursos de voz e dados.

Redução de custos estimados da ordem de até 80% nos custos atuais, em torno de R\$600.000,00 anuais ou R\$3.000.000,00 em um prazo de cinco anos.

A nova rede corporativa irá propiciar **robustas** melhorias na gestão municipal, com reflexos na satisfação do público interno e dos munícipes.

O trabalho feito nas duas cidades são estudos de caso reais, que validam uma hipótese e que podem gerar um modelo de recomendação, demonstrando ser uma solução quase dez vezes mais barata que a fibra.

Referências Bibliográficas

- [1] "Radio Mobile," [Online]. Available: <http://radiomobile.pe1mew.nl/>.
- [2] D. Rocha, "História," [Online]. Available: <http://www.teixeiradefreitas.ba.gov.br/n/historia/>. [Acesso em 25 09 2014].
- [3] IBGE, "Produto Interno Bruto dos Municípios," IBGE, [Online]. Available: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/csv.php?lang=&idtema=152&codmun=293135>. [Acesso em 26 02 2016].
- [4] atlasbrasil.org.br, "Atlas do Desenvolvimento Humano," [Online]. Available: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/teixeira-de-freitas_ba. [Acesso em 18 02 2016].
- [5] C. G. d. I. n. B. (CGI), "simet.nic.br," NIC.br, [Online]. Available: <https://simet.nic.br/fac.html>. [Acesso em 05 03 2016].
- [6] I. T. S. S. (ITU-T), "G 984.1 General Characteristics of Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON)," ITU-T, 2003a.
- [7] I. T. S. S. (ITU-T), "G 984.2 Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification," ITU-T, 2003b.
- [8] I. T. S. S. (ITU-T), "G.984.3: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification," ITU-T, 2004a.
- [9] I. T. S. S. (ITU-T), "G.984.4: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interface specification," ITU-T, 2004b.
- [10] M. D. C. MARQUES, "Caminhos para as Cidades Digitais no Brasil," 26 Mar 2009. [Online]. Available: http://www.cpqd.com.br/inclusao/arquivos/Workshop_Cidades%20Digitais%204e_Marcos_final.pdf.
- [11] L. d. S. MENDES, "Digital Cities and Open MAMs: A New Communications Paradigm," *IEEE Latin America Transactions*, p. 8, Ago 2010.
- [12] A. REGGIANI, "Tendências em Redes Ópticas de Acesso e Tecnologia GPON," 12 Out 2008. [Online]. Available: http://www.cpqd.com.br/eventoredeinterna/evento_rede_interna_downloads_.html.
- [13] CPqD, "Análise de Cenários para Inclusão Digital das Escolas Públicas do Brasil.," 2011. [Online]. Available: <http://www.cpqd.com.br>.
- [14] L. E. F. M. D. ALMEIDA, *Cidades Digitais: uma metodologia para implantação*, Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense, 2010.
- [15] D. Rocha, "Historias e Causos de Texeira de Freitas," [Online]. Available: <http://tirabanha.blogspot.com.br/2014/02/a-historia-de-teixeira-de-freitas-praca.html>. [Acesso em 26 06 2015].

