

Claudinice Carla Bertotti e Emanuel Luiz Flôres da Silva

***VlanMobil - Rede de Computadores Móvel com
Infra-estrutura de Telecomunicações***

São José - SC

julho / 2010

Claudinice Carla Bertotti e Emanuel Luiz Flôres da Silva

***VlanMobil - Rede de Computadores Móvel com
Infra-estrutura de Telecomunicações***

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas
de Telecomunicações do Instituto Federal de
Santa Catarina para a obtenção do diploma de
Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador:

Prof. Ederson Torresini, Msc.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

São José - SC

julho / 2010

Monografia sob o título “*VlanMobil - Rede de Computadores Móvel com Infra-estrutura de Telecomunicações*”, defendida por Claudinice Carla Bertotti e Emanuel Luiz Flôres da Silva e aprovada em 02 de agosto de 2010, em São José, Santa Catarina, pela banca examinadora assim constituída:

Prof. Ederson Torresini, Msc.
Orientador

Prof. Marcelo Maia Sobral, Msc.
IFSC

Prof. Barbara Giese, Msc.
UDESC

Dedicamos este trabalho ao Mestre Ederson Torresini
que nos conduziu com maestria e dedicação, sempre presente e não poupando esforços
em nos acompanhar, em compartilhar seus conhecimentos e a nos incitar
e animar para alcançarmos nossos objetivos.
Nosso eterno agradecimento!

E aos nossos colegas, tanto da graduação em Sistemas de
Telecomunicações como do curso Técnico em Telecomunicações, para quem
nos esforçamos em produzir um material e uma proposta útil e prática
de aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso.

*E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios
e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que
transportasse os montes, e não tivesse amor nada seria.*

1Coríntios, 13:2

*Nenhum trabalho de qualidade pode ser feito sem concentração e
auto-sacrifício, esforço e dúvida*
M.Beerbohm

Gratidão

... uma das inúmeras dádivas de Deus, só concedidas a seres sociais. Quando vivemos em sociedade e temos a oportunidade de realizar trocas das riquezas mais especiais que residem em nós, temos o agradecimento, este sentimento tão coletivo que depende de outra pessoa para existir.

Por este projeto, eu agradeço especialmente ao Deus deste Universo imenso, que nos guia e nos dá um norte no qual lançamos nossas forças na construção de seres humanos melhores do que somos.

Na busca de um ser melhor, eu agradeço com profundo amor a três figuras femininas que juntas formam o arquétipo de Mãe que me acompanhou até hoje por todo o meu caminho: A minha mãe biológica, Anne Jacqueline, pela dedicação diária a minha formação educacional e pela preocupação de me transformar num homem objetivado e não objeto e pelo profundo orgulho que tenho de tê-la escolhido para ser minha mãe; A minha avó, que no auge de sua sabedoria octagenária, é a mulher, do meu conhecimento, que mais dedicou sua vida ao próximo e que ao longo de cinquenta anos desenvolveu um trabalho filantrópico, social e de envolvimento com milhares de pessoas que passaram por suas mãos. A você Vó, obrigado por ter me tornado um ser humano que se preocupa com o próximo. E a minha melhor amiga, Rosanne, simplesmente pelo fato de existir em minha vida, por me acompanhar por todos os meus passos, por ser minha projeção de inteligência e talento e por depositar sobre minha responsabilidade a preocupação não só com as pessoas, mas também com o planeta em que vivo e os seres não humanos que nele também vivem.

Agradeço ainda aos dois homens mais importantes da minha vida: Meu pai, Jorge, e meu irmão André Luiz pelas longas horas de conversas sobre os mais variados assuntos (dos quais Rosanne e minha mãe também sempre compartilhavam) e pela total paciência com minha teimosia leonina. A você Pai, que é a minha referência de profissional competente; E a você André, pessoa dotada da inteligência mais multidisciplinar que conheço, o meu muito obrigado.

Na esfera acadêmica, sou mais do que grato pela oportunidade de trabalhar com Claudinice e de ser orientado pelo professor Ederson. Desde a primeira idéia, que partiu dela, de idealizar um veículo com infra-estrutura de telecomunicações, para servir a N aplicações, até a VlanMobil que temos hoje, que superou e muito nossas expectativas, é impossível dimensionar a grandeza dessa minha parceira de projeto. Claudinice foi genial do começo ao fim do trabalho se importando não só com a viabilidade comercial de nosso produto mas, acima de tudo, com a projeção social que ele poderia tomar e lutou com enorme poder de argumentação para transformar nosso projeto em realidade. A você Claudinice, toda a gratidão por compartilhar da sua enorme bagagem profissional comigo e também do enorme ser humano

que você é;

E também ao Professor Ederson, o meu enorme obrigado, pois nos mais de 6 meses de orientação foi muito mais parceiro de projeto do que um simples educador que conduz os seus alunos a um objetivo. Você Professor, participou de cada passo dado, nos fez acreditar cada vez mais em nosso projeto, nos apresentou a realidade de São Bonifácio, o local que veio a confirmar todas as expectativas minhas e de Claudinice de que em nosso país muitas localidades precisam dos serviços da VlanMobil.

A todos os moradores e colegas de São Bonifácio, a Senhora Roseli (Secretaria de Educação do Município), ao Senhor Osni (Diretor da Escola Estadual São Tarcísio) e ao Senhor Arnaldo (Professor de Alemão da Escola Estadual São Tarcísio) muito mais do que agradeço, afirmo, vocês fazem parte deste projeto e de cada linha do capítulo 4.

Agradeço, finalizando, a oportunidade de baseado no Plano Nacional de Banda Larga (que permite as prefeituras municipais transformarem-se em provedores de acesso à internet) e do projeto Um Computador por Aluno criar uma novo panorama para a difusão da internet em nosso país.

Hoje, na entrega desta monografia, me sinto (e tenho certeza que Claudinice compartilha deste mesmo sentimento) uma ponte que liga o PNBL a cada município deste país, tornando mais próxima a possibilidade de que as prefeituras cumpram o seu papel de democratizar a informação e de que com o projeto UCA, juntos, desenvolvam a educação informacional em nosso país, dando uma perspectiva muito maior as crianças brasileiras que a partir de hoje tiverem contato com essa realidade.

Fomentar nos alunos do IFSC-SJ a transformação de São Bonifácio numa Cidade Digital é uma grande proposta, mas fixar a VlanMobil, como laboratório de testes, em todas as universidades e institutos federais oferecendo suporte a todos os municípios de nosso país, que são contemplados pelo Plano Nacional de Banda Larga, é meu maior desejo.

São Bonifácio tornando-se cidade digital, através do nosso laboratório de Testes, abre caminho para que inúmeras outras cidades do Brasil também alcancem essa perspectiva. Daqui a alguns anos, discutiremos a respeito de Mesorregiões Digitais, de Estados Digitais e utopicamente de um País Digital, onde 100% da população tenha acesso à internet. Nesse dia, o conceito que temos hoje de Globalização não democrática e exclusiva cairá por terra, e estaremos mais proximos de um país socialmente desenvolvido.

Emanuel Luiz Flôres da Silva

Agradecimentos...

A Deus, por sempre me levar em Seu colo neste e em todos os desafios da vida.

A Papai e Mamãe, por tanto amor e dedicação.

Aos meus filhos: Bianca, Giovanni e Paulo Bruno, pela benção que são em minha vida e por terem tido tanta paciência comigo, mesmo sem saber porquê a mamãe insistia tanto em estudar!

Emanuel e Ederson, por terem aceitado embarcar comigo nesta aventura.

Aos meus companheiros de trabalho, em especial aos meninos das 15 (José Augusto, Jorge, Paulo, Sandro e Toninho) que estiveram no meu dia-a-dia desde o começo do curso, animando e suportando! Ao Emídio pelas aulas sobre satélite. E ao Kazu, Jonatas, Glauber e Érica e Renato, que me emprestaram todos os equipamentos que precisei para os testes de campo. Sem esquecer também das prazerosas conversas culturais e técnicas com Paulo Almeida, Irineu, Evanildo e Alfredo.

Aos colegas e professores Gianfranco Muncinelli e Fábio Luiz Bertotti, cuja convivência, trocas de idéia e teses de mestrado foram inspiradoras.

Aos grandes amigos: Cris e Gil, Myrta, Horst, Andreas e Gunar, Kátia, Armando, Kathe e Gustavo, Celi, Andrea e Caio, Cristina Stark, Liamari, Marcelo e Andrea e Marileusa, pelo carinho e torcida.

Aos professores do IFSC-SJ que me acolheram e conduziram tão bem desde que cheguei à instituição e aos colegas de curso, sempre me dando aquela força!

Aos novos amigos de São Bonifácio: Osni, Arnaldo, Marcelo e Roseli tão acolhedores, atenciosos e gentis!

Eu não conheço nem uma pequena parte dos 400 mil vocábulos que existem na língua portuguesa, pensei e pesquisei se haveria alguma palavra ou combinação delas que me permitissem verbalizar com a maior precisão possível, a gratidão que quero expressar-lhes. Não achei.

Pensei então se haveria alguma grandeza do sistema internacional de unidades, que pudesse me ajudar a expressar o tamanho dessa gratidão. Também não encontrei.

Então, só me resta dizer: MUITO OBRIGADA! Vocês me ajudaram a tornar um sonho realidade!!!

Claudinice Bertotti

Resumo

A união das telecomunicações à informática tem revolucionado o mundo moderno.

Apesar deste avanço estupendo, muitas vezes a chegada ou permanência de recursos de informática bem como o acesso a internet, em determinados locais ou situações é extremamente difícil.

Neste trabalho, objetivou-se propor um projeto de rede local expansível, com meios diversos de conexão a internet, dentro de um veículo, para se chegar a locais de difícil acesso ou para permanência eventual, oferecendo recursos de informática e comunicação de voz e dados, até onde ou quando estes teriam dificuldades em alcançar.

A apresentação de um projeto totalmente viável traz em si a proposta de posicionar o tecnólogo em sistemas de telecomunicações como profissional capaz de aproximar as facilidades do mundo virtual ao mundo real, e trazendo à prática a evolução de seu treino tecnológico para o enfrentamento de dificuldades claras e existentes na sociedade.

Palavras-chave: Laboratório Móvel, Redes em Malha, VSat, 3G, ADSL, Plano Nacional de Banda Larga

Abstract

The union of telecommunications to information technology has revolutionized the modern world.

Despite this amazing progress, often the coming or permanency of computer resources, well as internet access, is extremely difficult in some places.

In this work, we propose a local network expanding project, with different ways of internet connections installed inside a vehicle, to go in places with difficult access or stay eventually, offering computing resources and voice and data communications, even where or when these resources would have difficulties in reaching.

Presenting a totally feasible project, brings the proposal to place the telecommunication systems' technologist as a professional capable of bringing the virtual world facilities to real world, bringing the practice the evolution of his technological training to face clear and existing difficulties in society.

Keywords: *Mobile Laboratory, Mesh Networks, VSAT, 3G, ADSL, Brazil's Broadband National Plan*

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Contextualizando	p. 15
1.1	Revolução Tecnológica	p. 15
1.2	Cidades Digitais e Globalização	p. 16
1.3	Info-Excluídos e Educação Digital	p. 18
1.4	O Plano Nacional de Banda Larga	p. 20
1.5	Motivação	p. 29
1.6	Objetivo Geral	p. 29
1.7	Objetivos Específicos	p. 29
1.8	Organização do Texto	p. 30
2	Propondo	p. 31
2.1	Proposta VlanMobil	p. 31
2.2	O Plano Nacional de Banda Larga e a VlanMobil	p. 33
2.3	Tecnologias de Acesso ao Meio e a VlanMobil	p. 34
3	Acessando	p. 37
3.1	Satélite	p. 37
3.2	Comunicações Móveis - 3G	p. 45
3.3	Adsl	p. 52
3.4	Redes em malha sem fio	p. 58

4 Aplicando	p. 70
4.1 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Panorama Atual	p. 70
4.2 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Testes	p. 75
4.3 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Proposta	p. 84
5 Conclusões	p. 91
5.1 Conclusões quanto aos objetivos e testes	p. 91
5.2 Conclusões Gerais	p. 92
5.3 Trabalhos Futuros	p. 93
Anexo A – Estrutura Física necessária para equipar a VlanMobil	p. 94
Anexo B – Prefeituras Municipais prestando serviços de telecomunicações	p. 103
Anexo C – Experiências em Cidades Digitais	p. 105
Anexo D – Limalt - Sistema de Determinação de Apontamento de Antenas Banda Ku - VSat	p. 111
Anexo E – Configuração do DD-WRT	p. 113
Anexo F – Configuração do OLSR Switch	p. 119
Referências Bibliográficas	p. 121

Lista de Figuras

1.1	Fluxos financeiros, de informação e de materiais.	p. 26
1.2	Ambiente Convergente Tudo IP.	p. 27
2.1	A proposta VlanMobil	p. 32
2.2	Tecnologias de Meios de Transmissão de Dados	p. 34
3.1	Sistema Satélite	p. 39
3.2	Antena, Satélite e Transponders	p. 42
3.3	Diagrama em blocos simplificado de uma estação terrena do serviço fixo por satélite	p. 44
3.4	Equipamentos Estação Remota VSAT	p. 44
3.5	UTRAN - Elementos de Rede e Interfaces	p. 50
3.6	ADSL - Bandas do Sistema	p. 55
3.7	ADSL - Canais da Modulação DMT	p. 56
3.8	QAM - Exemplo	p. 56
3.9	Topologia para acesso a internet via acesso ADSL	p. 58
3.10	Topologia de rede em modo infra-estrutura	p. 60
3.11	Topologia de rede em modo Ad hoc	p. 61
3.12	Topologia de uma rede em malha	p. 62
3.13	Exemplo de escolha de MPRs	p. 64
3.14	Formato do Pacote OLSR	p. 65
3.15	Formato da mensagem hello	p. 66
3.16	Formato da mensagem TC	p. 67
4.1	São Bonifácio - vista panorâmica - Sede	p. 70
4.2	Descrição atendimento telefonia móvel em São Bonifácio	p. 72
4.3	Atendimento Banda Larga em São Bonifácio	p. 73

4.4	Distribuição geográfica das escolas em São Bonifácio	p. 74
4.5	São Bonifácio - vista panorâmica - Arredores da Sede	p. 75
4.6	São Bonifácio - Cenário - Teste 1	p. 76
4.7	Parâmetros <i>gateway</i> de saída ADSL	p. 77
4.8	Parâmetros roteador de banda larga sem fio	p. 78
4.9	São Bonifácio - teste da construção de enlaces ponto-a-ponto	p. 79
4.10	São Bonifácio - Cenário - Teste 2	p. 80
4.11	São Bonifácio - teste de alcance de enlaces ponto-a-ponto	p. 81
4.12	Análise com <i>Wireshark</i> - Pacote OLSR	p. 82
4.13	Análise com <i>Wireshark</i> - Estatísticas de endereços IP	p. 83
4.14	Análise com <i>Wireshark</i> - Gráfico de ocupação da interface por OLSR e UDP	p. 83
4.15	São Bonifácio - Rede em malha - cenário proposto	p. 84
4.16	Enlace 1/2 - Sede/Santo Antônio	p. 85
4.17	Enlace 2/3 - Santo Antônio/Santa Maria	p. 86
4.18	Enlace 3/4 - Santa Maria/Rio Sete	p. 87
4.19	Enlace 5/4 - Rio do Poncho/Rio Sete	p. 88
A.1	Equipando a VlanMobil - <i>Notebook</i>	p. 95
A.2	Equipando a VlanMobil - <i>PCMCIA</i>	p. 95
A.3	Equipando a VlanMobil - <i>Párola de Grade</i>	p. 96
A.4	Equipando a VlanMobil - Roteador	p. 96
A.5	Equipando a VlanMobil - Servidor	p. 97
A.6	Equipando a VlanMobil - <i>Walk Talk</i>	p. 98
D.1	Sistema Limalt para determinação de apontamento de antenas VSat	p. 111
D.2	Simulação no Sistema Limalt - apontamento de antenas VSat VlanMobil	p. 112
E.1	Configurando o DD-WRT (1)	p. 116
E.2	Configurando o DD-WRT (2)	p. 117
E.3	Configurando o DD-WRT (3)	p. 118

F.1	Configurando o OLSR Switch (1)	p. 119
F.2	Configurando o OLSR Switch (2)	p. 120
F.3	Configurando o OLSR Switch (3)	p. 120

Lista de Tabelas

1.1	Metas Propostas pelo PNBL para 2014	p. 24
1.2	Modelo de Camadas	p. 26
1.3	Cesta de serviços e aplicações da Internet do Futuro	p. 28
3.1	Alocação de frequências para os principais serviços de comunicação via satélite	p. 40
3.2	Enlace Subida e Descida	p. 43

1 *Contextualizando*

A educação é um processo social, é desenvolvimento.

Não é a preparação para a vida, é a própria vida.

John Dewey

1.1 **Revolução Tecnológica**

O advento da telemática vem sendo comparado à revolução gerada pela invenção da imprensa de Gutenberg, pois assim como com os tipos móveis, pela união entre a informática e as telecomunicações, “as idéias ganharam velocidade” (SILVEIRA, 2003). No entanto, muito mais do que isso vem acontecendo através da chamada revolução tecnológica.

Segundo (CEBRIAN, 1999): “estamos presenciando os primeiros e turbulentos dias de uma revolução tão importante quanto qualquer outra na história.” São novos meios de comunicação que se mostram superando todas as revoluções anteriores no que se refere à mudança na vida social e econômica. São as denominadas “auto-estradas da informação e seu arquétipo, a Internet, que estão possibilitando o advento de uma nova economia baseada numa rede de inteligência humana.”

Com a digitalização da informação, um punhado de zeros e uns podem se traduzir em imagens, textos e sons. As redes de comunicação já se espalham por todo o globo, permitindo que fluxos de informações alcancem em segundos vários pontos simultaneamente. O capital financeiro já circula por esta rede tornando instáveis as economias nacionais. Até mesmo as indústrias se comunicam pelas redes.

A concepção de determinada idéia ou produto pode se localizar em um ponto do globo e ser exportada de forma codificada a outros lugares ou unidades, praticamente à velocidade da luz, e a produção final acabe por acontecer do outro lado do planeta, por inúmeros funcionários que podem não ter qualquer vínculo com a empresa que concebeu o projeto, para (SILVEIRA, 2003, p. 9):

“Já há algum tempo era evidente que todas as atividades humanas repetitivas, mesmo aquelas de grande complexidade, poderiam ser informatizadas. Agora também torna-se claro que todas essas operações podem ser realizadas, ordenadas e compartilhadas de maneira remota por intermédio das redes informacionais”.

Já no final dos anos 60, o Japão se utilizava de termos como: “informatização”, “sociedade e tecnologia da informação”, “infovia” e desde então, processos como as crises econômicas do capitalismo e movimentos sociais e culturais como o antiautoritarismo, a defesa dos direitos humanos e a defesa do meio ambiente, provocaram e criaram uma nova estrutura social dominante, a sociedade em rede e uma nova economia, a globalizada; e uma nova cultura, a cultura do virtual. (ASSMAMN, 2000, p. 72) enfatiza que:

“Informação e conhecimento se transformaram no fator produtivo mais relevante no contexto da mundialização das economias. É certamente inegável que o acesso à informação e ao conhecimento, ou seja, a transformação de todos em aprendentes, passou a ser uma condição para participar dos futuros do progresso tecnológico.”

Até o final dos anos 80, a espinha dorsal de uma pequena rede existente passava essencialmente pela ARPANET¹ e por algumas universidades interligadas por linhas telefônicas de 56Kbps. No entanto, o princípio básico conhecido como lei de Moore em que as velocidades das partes físicas de um sistema (hardware) dobram a cada 18 meses e também a pressão dos mercados acelerou o processo de desenvolvimento das redes de dados. Assim, de meados de 1980 até agora, a velocidade das interfaces de rede aumentou por um fator de 1.000 (dos 6% de eficácia das primeiras redes locais de 10Mbps para quase 90% nas redes de Gigabits), a velocidade de circuitos dedicados ao tráfego de dados aumentou por um fator de 12.000 e o número de pontos de acesso às redes, por um fator de 50.000 de acordo com (NEMETH; SNYDER; SEEBASS, 2002, p. 305).

Ou seja, a informação, na atualidade, é uma mercadoria valiosa e uma forma de se exercer o poder assim como foram as fontes de energia na revolução industrial. Para (CASTELLS, 2005, p. 51): “Pela primeira vez na história a mente humana é uma força direta de produção, não apenas um elemento decisivo no sistema produtivo.”

1.2 Cidades Digitais e Globalização

A pós-modernidade vem trazendo consigo uma interação crescente entre o global e o local. De acordo com (BERGMANN, 2006) a partir da última metade do século XX a evolução dos meios técnicos criou condições para a disseminação da informação, permitindo a articulação, em tempo real, de toda a humanidade. Os satélites, sistemas de microondas, fibras óticas, cabos submarinos transoceânicos, aliados aos conteúdos multimídia, trouxeram uma dimensão inimaginável ao fenômeno da comunicação.

A sociedade em rede (CASTELLS, 2005) que surge com o crescimento exponencial das tecnologias de informação e comunicação propicia também modificações das noções geográficas, de tempo e de sociabilidade. Acessos a infra-estruturas de telecomunicações e tecnologias digitais trazem consigo muitas

¹ Advanced Research Projects Agency Network - rede criada em 1969 pela DARPA - Departamento de Defesa dos Estados Unidos.

oportunidades de desenvolvimento e de qualidade de vida a tal ponto de se imaginarem estruturas denominadas “cidades digitais” cujo surgimento já se aponta em nossos dias através da mobilidade trazida pelos celulares e “palms”, do acesso ágil aos serviços bancários, comércio eletrônico e serviços públicos: governo eletrônico, votação eletrônica, imposto de renda online e outros.

O contexto para que surja a cidade virtual, além da existência de fluxos de dados globalizados, passa pela instalação de empresas multinacionais em áreas suburbanas, já que o ciberespaço tem características fortes de descentralização e desurbanização uma vez que para os fluxos de informação, todos os lugares são equivalentes. (CASTELLS, 2005, p. 386) diz que: “A cidade global não é um lugar, mas um processo. Um processo pelo qual centros de produção e consumo de serviços avançados, e as sociedades locais subordinadas a ele, é conectado em uma cadeia global.”

As cidades virtuais atendem não somente a demanda da economia de tempo com deslocamento e eliminação de distâncias, como também traz a fuga do caos urbano, criada já com a formação dos nichos existenciais (*shoppings centers*, condomínios fechados), porém ampliando as possibilidades de relações sociais globalizadas.

O contato, ainda que tecnológico, traz consigo não apenas formas de alienação, mas também a criação de novos espaços sociais e, principalmente potencializa aquilo que a cidade real oferece para os cidadãos, pois não há como substituir a cidade real pela virtual. O que se está encontrando é a complementação entre elas. Não haveria como se virtualizar a alegria e festividade do Rio de Janeiro, a dinâmica veloz de São Paulo ou a carga histórica e de autoconhecimento que as ruas, monumentos e escavações de Roma ou Atenas trazem ao ser humano.

“Ser cidadão hoje, significa estar conectado” (LE MOS, 1997)² e isso começa a refletir-se cada vez mais no dia-a-dia do cidadão, conforme reportagem da revista (SUPER, 2009, p. 25):

“A tecnologia é capaz de sufocar a corrupção. E com só dois golpes: transparência e desburocratização [...] Depois de uma análise histórica de 113 países, pesquisadores chegaram a uma regra matemática: a cada 17 pontos percentuais de aumento no uso da internet em um país, a corrupção cai em 0,3 ponto numa escala de 5 pontos. Um exemplo: entre 1991 e 2005 o Uruguai viu o número de internautas subir de 0% a 17% da população, e a corrupção cair 0,4 ponto [...] Quanto mais a internet aproximar governo e cidadãos, melhor.”

O que deixa claro, portanto, que uma característica a ser buscada quando da evolução para as cidades digitais e globalização é trazer as ações governamentais mais próximas das comunidades, fomentar a participação do cidadão e garantir acesso da população às informações.

(HAESBAERT, 1997) afirma que:

“A modernidade se elabora somente naqueles lugares que dispõe de meios de difusão ultra-rápida [...] O espaço não está mais na geografia - está na

²Veja no anexo C Experiências em cidades digitais.

eletrônica. Está no tempo instantâneo dos postos de comando, nos quartéis gerais das multinacionais, nas torres de controle. A política está menos no espaço físico do que nos sistemas temporais administrados por várias tecnologias, das telecomunicações aos aviões [...] A geografia é substituída pela cronografia.”

1.3 Info-Excluídos e Educação Digital

No início dos tempos, antes da descoberta da escrita, o aprendizado acontecia através de rituais, onde o conhecimento era passado, de geração em geração de forma verbal. Isso fica muito claramente ilustrado por um ditado africano que diz: “quando um velho morre é uma biblioteca que pega fogo”. Com a invenção da imprensa fixa-se o conhecimento através dos livros, que já criam conexões entre os conhecimentos, quando um tema remete a outro e assim sucessivamente.

Atualmente estamos assistindo a expansão eletrônica do conhecimento. É como se estivéssemos voltando às origens, uma vez que a informação está espalhada entre o coletivo e se propaga através de fluxos de informações. Em palestra proferida no Festival Usina de Arte e Cultura de Porto Alegre (1994), o filósofo Pièrre Levy definiu como plasmopédia este novo espaço do saber:

“O espaço cibernético aqui é entendido como esse espaço virtual onde a comunidade conhece a si mesma e conhece seu próprio mundo, porque são duas faces da mesma coisa. Não se trata mais de uma enciclopédia, mas de uma espécie de plasmopédia, isto é, um espaço de saber vivo e dinâmico.”

E conclui, enfatizando que no espaço cibernético, “as pessoas não vão estar separadas entre si e ligadas em relação ao centro, mas serão multiplicadas as conexões transversais entre si”.

Muito embora o espaço cibernético possa fixar as pessoas em um ponto geográfico, estas continuam nômades. Um tipo de nomadismo no que se refere às transformações científicas, econômicas e de conhecimento. A atual forma dos saberes conduz o potencial do pensamento por um espaço invisível de conhecimentos que transformam as qualidades do ser e as maneiras de se constituir a sociedade.

A educação, dentro dessa nova constituição da sociedade, não pode mais se ater ao simples treinamento de conceitos e uso de recursos tecnológicos, mas impelir as pessoas a fazer parte da criação das informações, de forma colaborativa e assim o conceito de inclusão digital se expande até a possibilidade da inclusão social, uma vez que pode gerar a promoção do desenvolvimento cultural e econômico de pessoas e comunidades, chegando ao nível do aproveitamento, no coletivo, das capacidades de cada indivíduo.

“Os grandes navegadores de outrora seriam hoje os exploradores do ciberespaço à procura de saberes e inovações” (SILVEIRA, 2003, p. 28) por isso as iniciativas de inclusão digital precisam estar norteadas

para o uso das TICs (tecnologias da informação e comunicação) de forma crítica e empreendedora também permitindo que os conhecimentos de informática sejam de livre acesso e as informações disponibilizadas propiciem ações de cidadania e transformação social. Ainda segundo (SILVEIRA, 2003), a alfabetização tecnológica deve suprir os seguintes pontos:

- Processo permanente, personalizado e cooperativo de aprendizagem;
- A navegação na rede deve ser uma forma de obtenção de informações que pode gerar conhecimento;
- É direito das comunidades obterem orientação presencial de jovens e adultos para refletir criticamente em um espaço de saber flutuante, contínuo e permanentemente renovável.
- Desenvolvimento de inteligência coletiva pela obtenção e geração de hipertextos;
- Enaltecer os saberes desenvolvidos pelas comunidades;
- Desenvolvimento de múltiplas competências para cada cidadão;
- Assegurar o conhecimento básico de informática e processo permanente de auto-aprendizagem.

Atingidas tais metas, pode se fechar o ciclo: o ciberespaço passa a ser um lugar de encontro de minorias e pessoas marginalizadas ou de coletividades de pesquisa, tendo então a constituição de grupos, que acabam passando da conexão ao encontro, e do encontro a ação.

Desde dezembro de 2003 e então a cada dois anos, acontecem reuniões mundiais sobre assuntos ligados a tecnologia da informação (Cúpula Mundial da Sociedade de Informação - CMSI) onde são discutidos assuntos como a governança da internet: a democratização da informação, os crimes eletrônicos e a criação de leis para a internet, a regulamentação para a distribuição de endereços eletrônicos, o desenvolvimento sustentável, o multiculturalismo, software livre e distância existente entre os países e pessoas que possuem acesso às tecnologias e os que não possuem.

O que se tem observado então é que o ciberespaço tem se formado por três grupos: quem utiliza pesadamente as tecnologias da informação; aqueles que não caracterizam o uso pesado dessas tecnologias, mas que são usados por ela e o grupo dos desconectados. Estes últimos são os excluídos do ciberespaço.

Quem está desconectado, geralmente os jovens das camadas mais pobres e distantes dos grandes centros ficam privados de interagir, questionar e colaborar com quem produz os conteúdos informativos e assim tem menos estímulos à criatividade e ficam restritos as fontes de pesquisas e ao despertar de novos interesses. (SILVEIRA, 2003) afirma que a exclusão digital tem por resultado “o analfabetismo digital, a pobreza e a lentidão comunicativa, o isolamento e o impedimento do exercício da inteligência coletiva.”

O acesso à rede é apenas um passo, mas que pode ser vital para a inclusão digital.

O governo brasileiro criou o PBID (Programa Brasileiro de Inclusão Digital). O objetivo da inclusão digital é a inclusão social, pois o que o governo pretende é erradicar o chamado “analfabetismo digital”, capacitando as pessoas para utilizarem os recursos da tecnologia da informação e comunicação, como estímulo para o exercício da cidadania.

O PBID é responsável pela implantação de vários projetos (“Casa Brasil”, “Pontos de Cultura”, “Telecentros”, “Projeto Computador Conectado” e o “GESAC”, este último considerado o maior programa de inclusão digital da América Latina) e visa:

- Ampliar o acesso às TICs entre as classes C, D e E;
- Integrar e coordenar as ações de Inclusão Digital;
- Induzir e fomentar a criação de espaços públicos de acesso comunitário por governos municipais, estaduais, iniciativa privada e sociedade civil;
- Estimular a política pública de Inclusão digital (que vai além do governo).

“As iniciativas no sentido de diminuir a chamada ‘brecha digital’ e promover ações que englobam os conceitos de inclusão social, digital, cultural e tecnológica, são evidenciadas pela criação de infra-estrutura física, pela instalação de Telecentros e outros espaços públicos, pela compra de equipamentos, a conexão à rede internet, ou por meio de parcerias com instituições que desenvolvem ações de responsabilidade social, voltadas para o desenvolvimento pessoal e comunitário ou para a qualificação profissional. A inclusão digital é uma das prioridades do atual Governo, que consciente em relação à relevância do tema, constituiu o Comitê de Inclusão Digital para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a democratização de acesso à internet a toda a população brasileira.” (BERGMANN, 2006, p. 109)

1.4 O Plano Nacional de Banda Larga

Neste contexto mundial de “economia globalizada do conhecimento” é que muitos países e, não obstante o Brasil, dão andamento a projetos de estruturação de suas malhas de telecomunicações. A infra-estrutura de acesso a internet em banda larga é vista como essencial para o desenvolvimento e competitividade das nações e, suas bases, as telecomunicações.

O Ministério das Comunicações do Brasil estabelece então uma proposta de ações até 2014, o Plano Nacional de Banda Larga (PNBL) que, em primeiro lugar, tem como princípio básico o artigo 6º da Lei Geral de Telecomunicações - LGT, Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997, que estabelece:

“Art. 6º Os serviços de telecomunicações serão organizados com base no princípio da livre, ampla e justa competição entre todas as prestadoras, devendo o Poder Público atuar para propiciá-la, bem como para corrigir os efeitos

da competição imperfeita e reprimir as infrações da ordem econômica.” (SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 25)

Para tanto, foram estabelecidos objetivos, diretrizes e metas que deverão se desdobrar em ações permitindo então o Brasil em alta velocidade - a saber:

Objetivo: “Massificar, até 2014, a oferta de acessos banda larga e promover o crescimento da capacidade de transporte de serviços de telecomunicações, de modo que os valores estabelecidos no PNBL sejam atingidos.” (SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 24)

E esta expansão visa:

- Acelerar a entrada da população em geral na sociedade da informação;
- Promover maior difusão das aplicações do governo eletrônico e facilitar aos cidadãos o uso dos serviços do estado;
- Contribuir para a evolução das redes de telecomunicações do país em novos paradigmas de tecnologia e arquitetura, baseados na comunicação sobre o protocolo IP;
- Contribuir para o desenvolvimento industrial e tecnológico do país, em particular do setor de tecnologias de informação e comunicação (TICs);
- Aumentar a competitividade das empresas, em especial daquelas do setor de TICs, assim como das micro, pequenas e médias empresas dos demais setores econômicos;
- Contribuir para o aumento do nível de emprego no país;
- Contribuir para o crescimento do PIB brasileiro.

Assim, foram definidas diretrizes governamentais, que permitam o atingimento do objetivo, sendo elas:

1. Diretrizes para estímulo à competição

- Estruturar ativos de fibras ópticas com controle estatal para viabilizar um novo backbone nacional;
- Implantar pontos de troca de tráfego (PTT) em todos os municípios do país com população superior a 100 mil habitantes;
- Aumentar em dez vezes a velocidade mínima dos serviços de banda larga;
- Realizar novas outorgas ao setor de televisão (TV) por assinatura via cabo elevando em pelo menos 25% o total de domicílios atendidos com banda larga por TV a O Plano Nacional de Banda Larga;

- Em obras públicas de infra-estrutura (transporte, habitação, saneamento e energia), assegurar a inclusão de dutos de fibra óptica como itens obrigatórios.

2. Diretrizes para financiamento das telecomunicações

- Oferecer linhas de crédito do BNDES para projetos de expansão do acesso banda larga fixa e móvel;
- Oferecer linhas de crédito do BNDES a projetos de inclusão digital com acesso banda larga, em especial as cidades digitais, para as prefeituras;
- Oferecer linhas de crédito do BNDES para disseminação de lan houses;
- Oferecer treinamentos e ações de apoio do SEBRAE para pequenas empresas no tangente a prestação de serviços no âmbito da proposta do PNBL;
- Descongestionamento orçamentário dos recursos do FUST e FUNTTEL.

3. Diretrizes para diminuição da carga tributária

- Diminuir a carga tributária, principalmente PIS e COFINS, em bens e serviços de banda larga;
- Isenção de ICMS autorizada nos planos de acesso à internet banda larga;
- Incluir prestadores de serviço banda larga, pertencentes à categoria de microempresas ou empresas de pequeno porte, no Supersimples ou Simples Nacional;
- Reduzir o valor das licenças e taxas de fiscalização que compõem o FISTEL, para prestadores de serviços banda larga fixo e móvel;
- Desoneração tributária em equipamentos banda larga.

4. Diretrizes regulatórias

- Incluir no novo plano geral de metas de universalização, metas de aumento na capacidade de transporte das redes de suporte ao sistema telefônico fixo comutado (backhaul);
- Reduzir barreiras para entrada de novos prestadores de serviços, revendo os regulamentos de remuneração de redes, interconexões e poder de mercado significativo;
- Impedir vendas casadas entre serviços banda larga e outros serviços de telecomunicações;
- Prioridade a regulamentação sobre neutralidade de redes e qualidade do serviço de banda larga;
- Eliminar a limitação do número de outorgas para prestação de serviços de TV a cabo;
- Estender serviços móveis pessoais (SMP) de terceira geração (3G) a todos os municípios brasileiros;

- Destinar recursos ao mapeamento e georeferenciamento dos recursos de banda larga no país.

5. Diretrizes para gestão do espectro

- Adotar, nas licitações de radiofrequências para banda larga a divisão dos blocos licitados de forma a viabilizar a participação de grandes, médios e pequenos prestadores de serviços de telecomunicações, mediante a divisão do território do país em áreas de cobertura/abrangência diferenciada (alguns blocos com cobertura nacional, outros somente com cobertura regional ou local), inclusive com a imposição de limites máximos de faturamento para os licitantes participantes em cada categoria de cobertura/abrangência;
- Introduzir condicionantes na licitação de radiofrequências para banda larga, incluindo, compromissos de cobertura estendida, medidas de estímulo à competição, e valor máximo nos preços dos serviços a serem prestados;
- Reservar blocos de frequência, na faixa de 3,5 GHz para empresas públicas, com a finalidade de promover a inclusão digital, conforme a proposta da ANATEL, na CP 54/2008;

6. Diretrizes para programas do Governo Federal

- Garantir a manutenção do Programa Computador para todos (incluindo os modems para os computadores) e os benefícios da Lei do Bem;
- Expandir o Programa GESAC para atendimento de acessos coletivos em áreas rurais e de fronteira, para tanto avaliar o investimento na aceleração do processo de desenvolvimento e lançamento do Satélite Geoestacionário Brasileiro (SGB);
- Implementar as ações necessárias, no âmbito de economia mista, para disponibilizar ativos públicos de fibras ópticas para viabilizar a estruturação de uma oferta de rede de transporte de dados exclusivamente no atacado;
- Promover a gestão integrada da demanda de redes de dados no âmbito do Governo Federal, tanto do ponto de vista do poder de compra, como de estruturação de um sistema autônomo (AS-Autonomous System) ou grupo de sistemas autônomos que reúna os entes de governo.

7. Diretrizes para o fomento das “cidades digitais”

- Articular nas diferentes esferas de governo as iniciativas de Cidades Digitais, levando em conta as políticas existentes;
- Estimular a integração e participação do Terceiro Setor nas ações para a constituição e desenvolvimento dos programas de cidades digitais, inclusive para difusão de centros públicos de acesso;
- Promover a disseminação de redes Wi-Fi associadas a pontos de acesso coletivos, sejam públicos (escolas, bibliotecas, etc.) ou privados (empresas e outros).

8. Diretrizes para Telecentros

- Implantar 100 mil novos Telecentros públicos até 2014;
- Tornar periódico o programa de capacitação de monitores de Telecentros;
- Criar regras comuns de uso dos Telecentros;
- Reservar uma parte da dotação orçamentária do Projeto Nacional de Apoio o a Telecentros para divulgação dos espaços nas comunidades atendidas.

9. Diretrizes para fomento industrial e desenvolvimento tecnológico

- Criar as condições para consolidação de um grande fornecedor de os equipamentos de rede, a partir do capital tecnológico existente no país, bem como para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias destinadas às redes de banda larga;
- Implantação do Processo Produtivo Avançado, com a incorporação de software na avaliação da concessão dos incentivos fiscais previstos na Lei de Informática.

Cujas metas estipuladas são:

Abrangência e Tipo de Acesso	Metas para 2014
Acesso Fixo Individual (Urbano e Rural)	30 milhões de acessos banda larga fixa: - Domicílios, propriedades, empresas e cooperativas.
Acesso Fixo Coletivo (Urbano e Rural)	Levar acesso banda larga a 100% dos órgãos de Governo: - Unidades da Administração das 3 esferas. - Escolas públicas ainda não atendidas (mais de 70.000 rurais). - Unidades de saúde (mais de 177.000). - Bibliotecas públicas (mais de 14.000). - Órgãos de segurança pública (mais de 14.000). Implantar 100 mil novos Telecentros Federais até 2014.
Acesso Móvel	60 milhões de acessos banda larga móvel, entre: - Terminais de voz/dados (com serviços de dados ativo); - Modems exclusivamente de dados.

Tabela 1.1: Metas Propostas pelo PNBL para 2014

Conforme dados levantados pelo IPEA:

“Ao final de 2008, dos 58 milhões de domicílios existentes no Brasil, 79% não tinham acesso à internet (46 milhões) e apenas 21% (12 milhões) desfrutavam desse serviço. O acesso em banda larga é extremamente desigual em termos regionais no país. Em alguns Estados mais isolados, como Roraima e Amapá, o acesso nos domicílios é praticamente inexistente. Nos estados do Nordeste, os acessos em banda larga não chegam a 15% dos domicílios. Com relação

às unidades da federação (UFs) do Norte, os Estados de Rondônia e Acre apresentam penetração de banda larga ligeiramente superior a 15%. As UF's do Centro-Oeste têm penetração da internet de banda larga em mais de 18% dos domicílios, com destaque para o Distrito Federal, com uma taxa de 51%. Nos estados do Sul e Sudeste, a penetração varia entre 20% e 30% dos domicílios.”³

A situação do país em termos de preço e oferta de banda larga é alarmante. Apesar da economia do país situar-se entre as dez maiores do mundo, em termos desempenho das telecomunicações, a União Internacional das Telecomunicações (UIT) classificou o Brasil em 60º lugar em 2009. Vale ressaltar que, nesse mesmo ano, a Argentina situou-se em 49º, a Rússia em 48º e a Grécia em 30º lugar.

Então, através do objetivo proposto, das metas e diretrizes, o PNBL propõe elevar a quantidade de acessos banda larga para cerca de 30 milhões fixos e de aproximadamente 60 milhões de acessos móveis, até 2014, totalizando 90 milhões de acessos banda larga. Isto representa alcançar um nível de teledensidade próximo de 50 acessos por 100 domicílios (em acessos fixos banda larga), ou 45 acessos por 100 habitantes (acessos fixos e móveis em banda larga) no total. Atualmente que corresponde a aproximadamente 17,8 acessos a cada 100 domicílios e 5,2 acessos a cada 100 brasileiros.

Na busca pelo atingimento de tais metas, o PNBL demonstra um amplo estudo, também embasado em dados levantados pelo IPEA, que passam desde um profundo diagnóstico da banda larga no Brasil, até a definição dos mecanismos de ordem de investimentos governamentais e privados, chegando à cesta de serviços e aplicações destinadas a internet do futuro, que estarão permeando este trabalho, salientando, porém que há um conjunto de sub-setores que compõe uma nova abordagem para as políticas públicas voltado às TICs: semicondutores, computadores, software, eletrônica de consumo, equipamentos de telecomunicações, serviços de operadores de rede (fixa, móvel, TV a cabo, satélite e outras), radiodifusão, mídia, jornais, livros, música e propaganda, que estabeleceu um modelo de camadas que, de forma simplificada, intenciona representar os fornecedores de equipamentos, operadores de rede, prestadores de serviços por valor adicionado, dentre outros, que devem atuar neste mercado, conforme mostrados na tabela abaixo:

³Comunicado IPEA no. 46 de 26 de abril de 2010, disponível em <http://www.ipea.gov.br>.

Camada	Funcionalidade
I	Elementos de rede, incluindo equipamentos de telecomunicacoes, hardware e software de computadores e eletrônica de consumo
II	Operação das redes
III	Conteúdos, aplicações, serviços, plataformas de inovação, busca navegação e middleware
IV	Consumo final

Tabela 1.2: Modelo de Camadas

As relações entre os participantes de cada camada, também foi analisada no PNBL, gerando um sistema em termos de fluxos financeiros (aquisição-venda), de materiais (entrada-saída), de informação e do processo de inovação, demonstrados no esquema que segue:

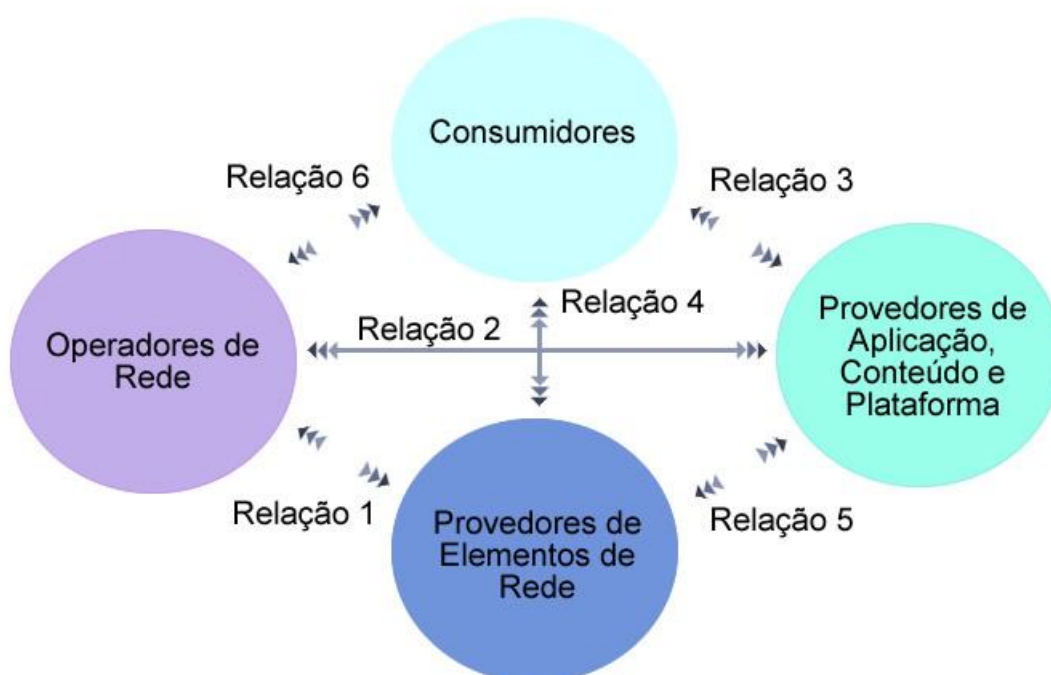


Figura 1.1: Fluxos financeiros, de informação e de materiais.

Assim, o PNBL busca que as políticas públicas se voltem para o incentivo à pesquisa, desenvolvimento e comercialização de inovações tecnológicas, capazes de trazer novos serviços ao consumidor final, de forma a que se exija, também por parte dos provedores de conteúdo e aplicações competências específicas. O plano propõe que os tradicionais operadores de rede, ainda baseados no tradicional sistema

de telecomunicações e os provedores de conteúdo, embasados ainda no paradigma de computação, unam esforços para atender as novas necessidades da internet (Web 2.0) ⁴, uma vez que em todos os países são novos entrantes que estão dominando a camada III do modelo e não os tradicionais operadores de rede.

O foco do PNBL se traduz então, na oferta de infra-estrutura por parte dos operadores de rede (camada II), fortemente influenciadas por uma íntima relação com os outros sistemas de inovação (fornecedores de elementos de rede - camada I), provedores de conteúdo e aplicações (camada III) e os consumidores finais (camada IV), para que se possa gozar ampla e plenamente da cesta de serviços e aplicações da internet do futuro:

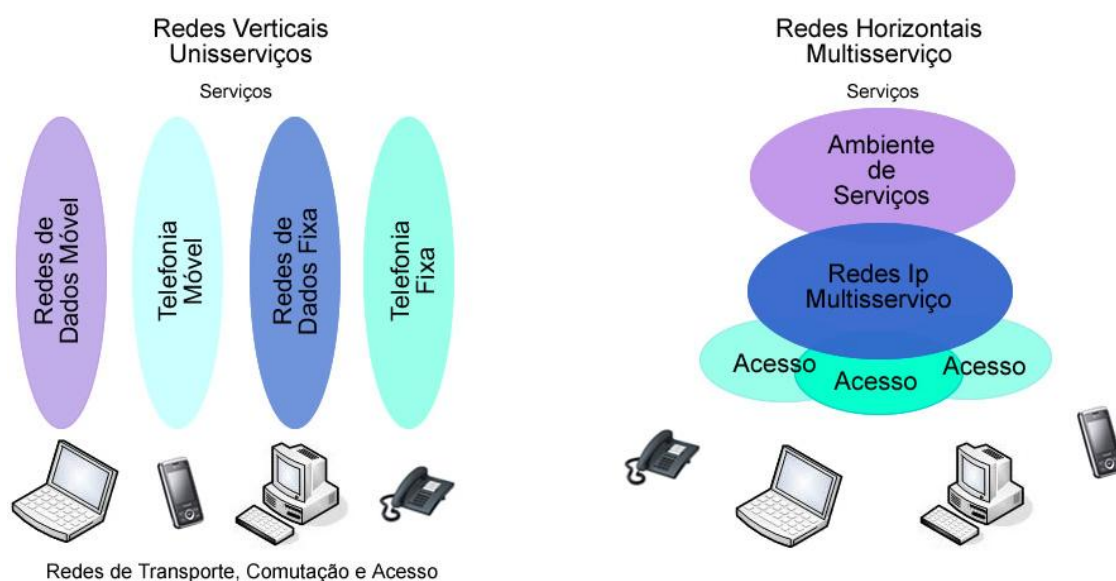


Figura 1.2: Ambiente Convergente Tudo IP.

Corporativo	Internet		Todo tráfego corporativo que usa Internet Pública
	WAN IP		Todo tráfego corporativo sobre IP dentro de um WAN
Móvel			Tráfego de dados em dispositivos móveis e portáteis, como SMS e serviços de vídeo

⁴WEB2.0, segundo Tim O'Reilly é: "a mudança para uma Internet como plataforma, e um entendimento das regras para obter sucesso nesta nova plataforma. Entre outras, a regra mais importante é desenvolver aplicativos que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores quanto mais são usados pelas pessoas, aproveitando a inteligência coletiva".

Consumidor individual	Internet	Navegação/E-mail	Navegação, e-mail, mensagem instantânea e outros tráfegos de dados
		Compartilhamento de arquivos	Tráfego P2P
		Jogos pela Internet	Jogos online casuais, de console e multijogadores
		Voz pela Internet	Tráfego de serviços VoIP
		Comunicação de vídeo pela Internet	Chamada de vídeo baseada em PC, webcam e monitoramento
		Vídeo no PC pela Internet	TV ou vídeo sob demanda de graça ou pagos vistos num PC
		Vídeo na TV pela Internet	TV ou vídeo sob demanda de graça ou pagos entregues via Internet mas vistos numa tela de TV utilizando set-top box
		Vídeo Ambiente	Câmeras de segurança e outros fluxos de vídeo
	Não Internet	Vídeo MPEG-2 sob demanda ou por cabo	Serviço de TV comerciais
		Vídeo MPEG-4 sob demanda ou por cabo	
		Vídeo IPTV sob demanda	

Tabela 1.3: Cesta de serviços e aplicações da Internet do Futuro

Uma vez entendido que e como se pretende estruturar a popularização dos acessos em banda larga, é importante que se tenha uma definição do que a expressão significa.

O PNBL propõe uma definição bastante aberta, baseada não em um valor numérico, mas que reflita a constante necessidade de infra-estrutura de telecomunicações, que suporte então a cesta de serviços e aplicações que vão utilizar esta infra-estrutura, de forma a tornar possível a sociedade ter acesso a internet do futuro, que é a de:

“um acesso com escoamento de tráfego tal que permita aos consumidores finais, individuais ou corporativos, fixos ou móveis, usufruírem, com qualidade, de uma cesta de serviços e aplicações baseada em voz, dados e vídeo.”(SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 25)

1.5 Motivação

Como levar infra-estrutura de telecomunicações em locais de difícil acesso, ou que tenham sofrido situação de desastre?

Como atender, com acesso a internet, regiões inóspitas, de fronteira ou pouco habitadas, que não disponham de recursos financeiros para arcar com custos de tais instalações?

Como escolher qual a melhor alternativa tecnológica para atender uma área e suas características com serviços de informática e telecomunicações, diante das tantas alternativas existentes?

O governo federal através do Plano Nacional de Banda Larga e pelos levantamentos de dados do IPEA, de certa forma analisa estas questões para o território nacional, no entanto, não contempla ferramentas que, na prática, tragam a solução.

Com o conhecimento angariado durante a Graduação em Sistemas de Telecomunicações, acrescido de pesquisa direcionada, concebeu-se a idéia da VlanMobil.

Seja através de um Laboratório de Testes (que possibilite estudar as necessidades de uma determinada região e propor uma estrutura fixa levando serviços de comunicação a áreas remotas - como no caso aplicado á cidade de São Bonifácio) ou de uma Sala de Aula Móvel com Recursos Multimídia (que disponha de estrutura para uma videoconferência) a motivação do projeto VlanMobil é a de levar infra-estrutura de telecomunicações aos locais que não dispõem destes recursos.

1.6 Objetivo Geral

Propôr o uso de um veículo comercial leve, capaz de carregar em seu interior os equipamentos necessários e devidamente configurados para viabilizar tanto o acesso a internet via rede cabeada, satélite ou móvel quanto distribuir este sinal via rede sem fio, de forma a atender situações de risco, servir de sala de aula remota, ponto de degustação de serviços e sistemas ou laboratório de testes.

1.7 Objetivos Específicos

1. Propôr um laboratório móvel para testes de tecnologias de acesso contempladas pelo Plano Nacional de Banda Larga
2. Analisar as técnicas de acesso banda larga
3. Estudar técnicas de acesso sem fio em rede local
4. Aplicar através de um estudo de caso, as técnicas analisadas

1.8 Organização do Texto

A Monografia: VlanMobil - Rede de Computadores Móvel com Infra-estrutura de Telecomunicações foi organizada em quatro capítulos numa sequência lógica que destaca:

Capítulo 1 - Contextualizando:

- Revolução Tecnológica, Cidades Digitais e Globalização, Info-Excluídos e Educação Digital e O Plano Nacional de Banda Larga. Neste primeiro capítulo busca-se consolidar a viabilidade do projeto de acordo com as políticas públicas oferecidas no Brasil e os incentivos dos Governos nas esferas municipais, estaduais e federais para a chegada de tecnologia nas localidades remotas, provendo serviços de telecomunicações.

Capítulo 2 - Propondo

- A Proposta VlanMobil. Neste segundo capítulo aborda-se o cenário pensado para este projeto, elucidando sua flexibilidade e múltiplas aplicações e dando enfoque especial no modelo desenvolvido para o Estudo de Caso em São Bonifácio.

Capítulo 3 - Acessando

- Satélite, 3G, ADSL e Redes Mesh. Neste terceiro capítulo apresenta-se um estudo detalhado dos meios de acesso propostos para o cenário VlanMobil. As tecnologias são descritas com profundidade visando às aplicações pensadas ao projeto e vinculadas ao PNBL (Plano Nacional de Banda Larga).

Capítulo 4 - Aplicando

- Estudo de Caso em São Bonifácio. No quarto e último capítulo descreve-se detalhadamente o cenário pensando e arquitetado em laboratório bem como todos os testes realizados em campo (na cidade de São Bonifácio) finalizando com uma proposta proprietária que vislumbre as necessidades do município, unindo então a necessidade real, com uma possibilidade também real de solução através da proposta firmada com a VlanMobil.

2 *Propondo*

*Saber não é suficiente, devemos aplicar;
vontade não é suficiente, nós devemos fazer.
Bruce Lee*

2.1 Proposta VlanMobil

Concepção do Produto

A VlanMobil - Rede de Computadores Móvel com Infra-estrutura de Telecomunicações, na sua concepção mais elementar, é um veículo com total infra-estrutura física, lógica, de hardware e software capaz de chegar a locais de difícil acesso para oferecer serviço de dados (e todos os outros serviços vinculados a ele), de forma autônoma (necessitando apenas de um meio de acesso WAN disponível).

O projeto foi pensado e concebido inicialmente como uma infra-estrutura prática e flexível permitindo desta maneira atender as mais variadas necessidades e localidades.

Passa esta etapa, a clareza do primeiro cenário permitiu vislumbrar outras possibilidades mais assertivas à diferentes aplicações.

Em especial, no cenário proposto para a aplicação em São Bonifácio, a VlanMobil, na modalidade laboratório de testes, foi equipada com as ferramentas e aparelhos necessários para a realização da prática laboratorial. Este mesmo cenário pode ser utilizado para qualquer outra prática laboratorial da mesma finalidade ou ainda (com a adesão de um servidor próprio) para outras aplicações, como: apoio de comunicação, coleta e transmissão de dados em caso de desastres, inclusão digital e ensino à distância. A Figura 2.1 mostra um layout elementar da infra-estrutura proposta.

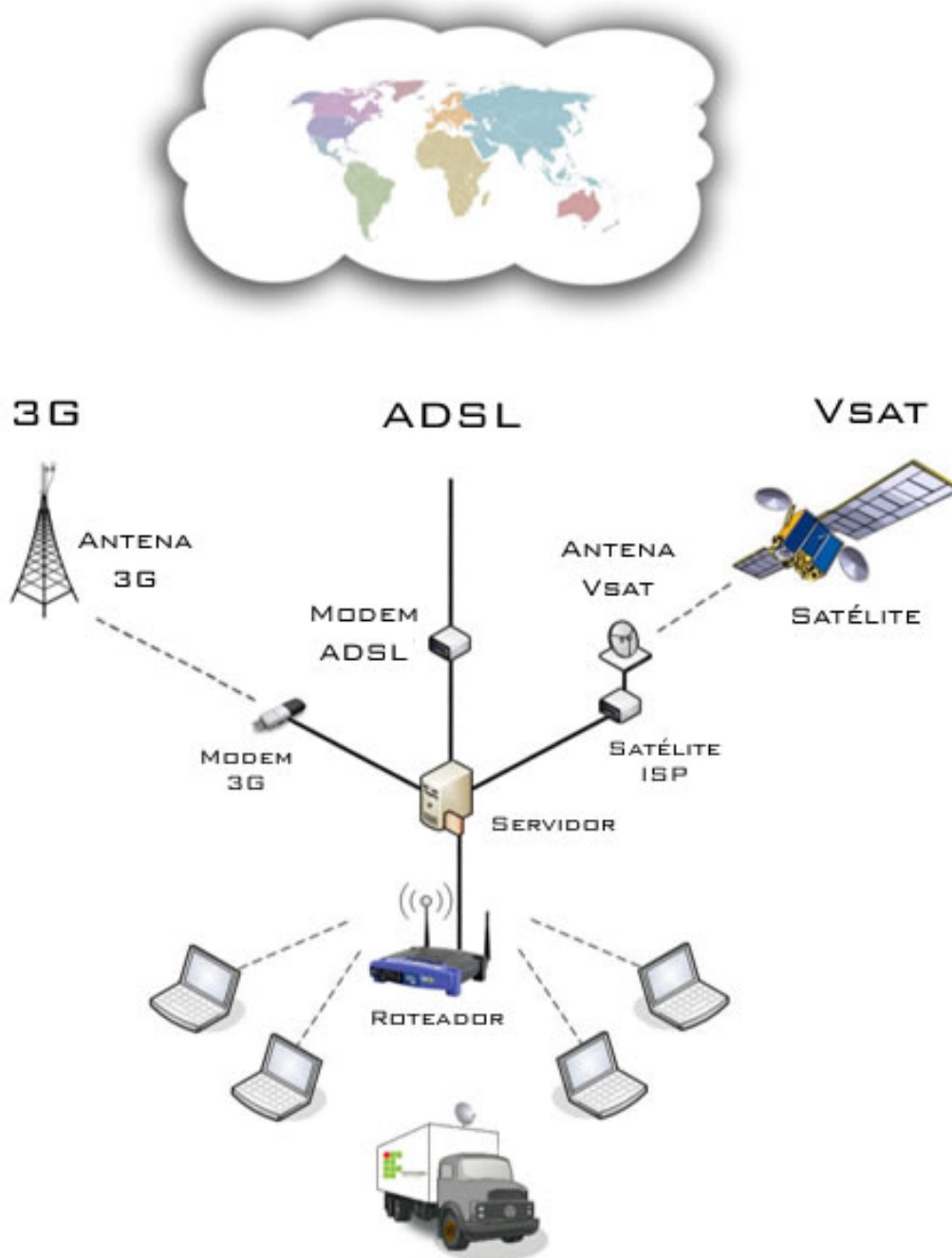


Figura 2.1: A proposta VlanMobil

Especificações do Veículo

O veículo utilizado para a instalação desse cenário deverá possuir dimensões que comportem os equipamentos necessários bem como quatro pessoas acomodadas em estações independentes com segurança e conforto (levando em consideração que os serviços são prestados com o veículo parado).

O espaço físico necessário para a instalação dos equipamentos e de mais quatro usuários foi calculado multiplicando por cinco o espaço padronizado de uma estação de trabalho individual (1,5 metros

quadrados) num total de 7,5 metros quadrados (1,5 metros quadrados por pessoa no veículo e mais 1,5 metros quadrados para os equipamentos fixos: servidor, roteador e modems).

A altura do espaço deve ser superior a 1,80 metros, garantindo assim a segurança e conforto dos passageiros.

A VlanMobil poderá ser equipada com um servidor, um roteador e quatro estações de trabalho (*notebooks*) configurados e devidamente alimentados para oferecer uma estrutura de comunicação de dados a qualquer localidade dentro do território nacional.

Em anexo ¹ levantamento dos equipamentos necessários para a montagem da VlanMobil bem como sugestões e orçamentos de produtos, incluindo, ao final, uma estimativa do total necessário para a concepção do projeto.

Como o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus São José dispõe de um veículo que atende às necessidades físicas iniciais para a instalação do módulo laboratorial, a análise e aplicação se estabeleceu tendo por base o uso do veículo já existente com as adaptações de hardware necessárias, conforme descrito no capítulo 4.

2.2 O Plano Nacional de Banda Larga e a VlanMobil

O Governo Federal tem cada vez mais investido em políticas públicas que tornem o acesso aos meios de comunicação mais democráticos e abrangentes. Quando os interesses comerciais não fomentam a vontade das empresas de telecomunicações de expandirem seus backbones e chegarem às localidades remotas, o PNBL incentiva os governantes das esferas estaduais e municipais a exercerem esse papel.

O PNBL tem como meta elevar a quantidade de acessos banda larga para 45 acessos por 100 habitantes (acessos fixos e móveis em banda larga) no total. Atualmente, a quantidade de acessos corresponde a aproximadamente 17,8 acessos a cada 100 domicílios e 5,2 acessos a cada 100 brasileiros e os investimentos das empresas privadas não acompanham as metas traçadas pelo Governo Federal.

Embasado no PNBL, que contempla a possibilidade de prefeituras municipais tornarem-se provedores públicos e alimentarem seus municípios com banda larga é que se justifica a VlanMobil como laboratório de testes, vinculada aos Instituto Federal de Santa Catarina, Órgão Público Federal de Ensino e Pesquisa.

O caminhão disponível no IFSC - SJ dotado dos equipamentos necessários para chegar a uma localidade remota, como laboratório de testes de redes sem fio, permitindo um passo decisivo na propagação da banda larga em todo o estado.

¹No anexo A está o detalhamento dos equipamentos que constituem a VlanMobil na modalidade Laboratório Móvel

Através da VlanMobil, o Instituto Federal de Santa Catarina tem como prestar apoio à todas as prefeituras municipais² de regiões contempladas pelo PNBL, realizar testes de alcance e viabilidade para implementação de futuras redes de telecomunicações e ainda, aos acadêmicos da Graduação em Sistemas de Telecomunicações e aos estudantes do Curso Técnico em Telecomunicações colocar seus conhecimentos à prova em aulas práticas e expositivas. Orientados pelos professores da Coordenadoria de Telecomunicações, na realização de testes de campo e também na criação de projetos específicos a cada localidade visitada, os estudantes do IFSC encontrariam a fusão entre o conhecimento teórico arrecadado ao longo das disciplinas de redes e a aplicação prática deste conhecimento.

2.3 Tecnologias de Acesso ao Meio e a VlanMobil

Existem diversas tecnologias de acesso, criadas ao longo da história das telecomunicações e de acordo com a evolução dos procedimentos matemáticos e de engenharia. Algumas mais comuns estão ilustradas na figura abaixo, que as separa em tecnologias pelo meio de transmissão no qual trafegam.

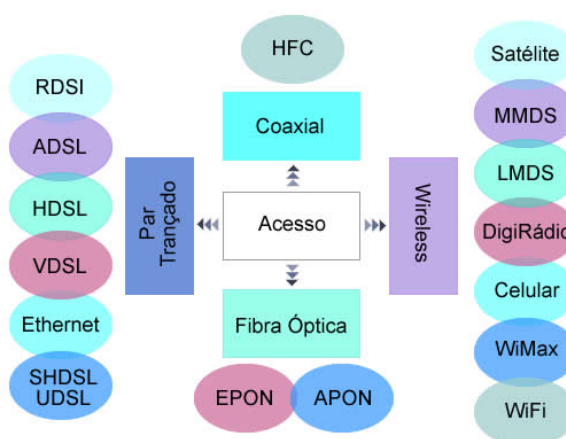


Figura 2.2: Tecnologias de Meios de Transmissão de Dados

A internet, depois de sua criação, passou por um rápido processo evolutivo. Inicialmente, usando a rede telefônica, que havia sido criada para o tráfego de voz, a velocidade era realmente um problema difícil de ser resolvido e assim, muito esforço foi realizado na tentativa de se aumentar a velocidade de acesso à internet.

Tais soluções atingem, a cada evolução, maiores distâncias, velocidades, capilaridade e flexibilidade. O que significa que estamos no meio do processo evolutivo e ainda há muito a se fazer. Essas soluções, por sua vez, não se desenvolveram de maneira multilateral e acabaram desencadeando uma infinidade de tecnologias proprietárias que dificultam ou muitas vezes impossibilitam a compatibilidade entre elas.

²O anexo B traz a outorga da Anatel para que as prefeituras sejam provedores de serviços de acesso dentro dos limites de seu município

Oposto a essa incompatibilidade, plataformas chamadas *full service* estão sendo requeridas. O PNBL também aponta que os recursos de telecomunicações já não mais devem ser concebidos ou pensados de forma isolada, mas sim estruturados para que suportem uma internet onde a regra mais importante seja desenvolver aplicativos que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores quanto mais usados pelas pessoas.

As principais características da plataforma de acesso *full service* são:

- Qualquer hora = Total disponibilidade de serviços;
- Qualquer serviço;
- Qualquer lugar = Mobilidade na rede, permitindo conexão aos serviços em qualquer lugar;
- Qualquer acesso = A forma de acesso não importa: do par metálico, ao acesso sem fio, passando pela fibra ótica, todas as formas devem oferecer as mesmas possibilidades de conexão.

A palavra de ordem é união. União de todos os recursos existentes, para uma convergência máxima entre tecnologias, contemplando assim, a finalidade da rede mundial de computadores, que é a de unir pessoas.

Com este desafio em mente é que se propõe que a VlanMobil disponha de uma gama abrangente de meios de acesso, sendo que neste trabalho, são estudadas três das tecnologias de serviço de dados mais flexíveis encontradas atualmente (VSAT, 3G e ADSL) e de maior área de cobertura no território nacional bem como, em rede local, na modalidade sem fio (*wlan - wireless local area network*) por redes *mesh*, devidamente tratados no Capítulo 3.

Estes três tipos de acesso banda larga já são disponibilizados na maioria dos municípios brasileiros e, em cumprimento aos regulamentos da ANATEL (Lei Geral das Telecomunicações) e de projetos governamentais (Programas Brasileiros de Inclusão Digital: Casa Brasil, Pontos de Cultura, Telecentros, Projeto Computador Conectado e o GESAC), tem o intuito de levar ao cidadão comum não somente recursos de acesso, como também serviços governamentais informatizados, criando o e-governo e as cidades digitais.

No âmbito da rede local e mesmo para distribuição do sinal de acesso da VlanMobil, foi entendido, após profundo estudo, que a melhor alternativa residia no uso de uma tecnologia emergente das redes sem fio, mais especificamente, redes *mesh*.

As redes em malha sem fio são redes com topologia dinâmica, variável e de crescimento orgânico, o que vem totalmente a calhar para o projeto VlanMobil que nem sempre poderá inferir acerca do tipo de recurso ou situação com a qual poderá se deparar.

Tais redes são constituídas por nós cuja comunicação, no nível físico, é feita através de variantes de um novo padrão que vem sendo desenvolvido pelo IEEE, denominado IEEE 802.11s e cujo roteamento

é dinâmico. Esse padrão será capaz de dar suporte a transmissão através de múltiplos saltos no nível de enlace para redes *ad-hoc* sem fio, oferecendo comunicação em grupo.

O projeto OLPC (*One Laptop per Child*), desenvolvido pelo MIT, que disponibiliza um laptop de baixo custo, voltado para crianças, já tem implementando em sua interface de rede o IEEE 802.11s. A transmissão usando redes em malha nos microcomputadores OLPC já está operacional e a comunicação em grupo está em fase de implementação.

No Brasil, podemos citar o projeto ReMesh [ReMesh 2007] da Universidade Federal Fluminense (UFF), sendo desenvolvido atualmente com parcerias da RNP, UFPA, UTFPR e PUC-PR. O projeto ReMesh possui como proposta a implantação de uma rede de acesso do tipo malha para usuários universitários que residem nas proximidades de suas universidades.

Com uma idéia tão apontada para uma aplicação prática agregada aos estudos tecnológicos envidados e o embasamento fornecido na Graduação em Sistemas de Telecomunicações, nada mais justo do que colocar em funcionamento o conjunto de soluções vislumbradas.

Assim se deu o encontro com a localidade de São Bonifácio - um município da região metropolitana com um perfil totalmente definido no PNBL e com necessidades claras de acesso a internet e cujo uso da VlanMobil (na modalidade laboratórios de testes) se tornou imperativo na realização dos testes e definição da melhor solução a ser empregada.

3 *Acessando*

*A primeira vítima da televisão vai ser a velha e boa saudade,
que no fundo é filha da lentidão e da falta de transportes.
A saudade desaparecerá do mundo. Em um breve futuro a
palavra longe, se tornará arcaísmo.*

Monteiro Lobato

3.1 Satélite

Aspectos Gerais

Atualmente, são raros os pontos do globo em que não se dispõe de redes de comunicação convencionais. No entanto, dos 5.561 municípios brasileiros, somente uns 20 por cento tem provedores comerciais de Internet. Para áreas remotas, como a Amazônia, grandes partes do centro-oeste, o sertão nordestino e muitas áreas rurais do Brasil e até algumas áreas urbanas, a Internet não está tão facilmente acessível.

Também em situações extremas tais como ataques terroristas, desastres naturais, entre outros, quando as redes convencionais tendem a ficar saturadas ou mesmo para o caso das eleições em cidades ou comunidades distantes dos grandes centros, onde há o interesse de contabilização dos votos dessas regiões tão rapidamente quanto nas grandes metrópoles, são necessários meios que não estão prontamente disponíveis.

Nessas situações, lança-se mão das redes via satélite, que se utilizam dos satélites que estão em órbita do planeta terra, para a transmissão de dados.

De fato, recentemente, durante os ataques terroristas à Nova Iorque em onze de setembro as redes via satélite apresentaram-se como interessante alternativa para comunicação, visto que as redes tradicionais, dada a situação, logo saturaram as suas capacidades.

Já em 1945, Arthur C. Clarke (cientista, astrônomo, escritor e ficcionista), no seu “Extraterritorial Relays”, artigo de ficção científica, propunha a utilização de satélites artificiais, como estações elevadas a milhares de quilômetros sobre a Terra, para o estabelecimento de uma rede de comunicação, com

domínio sobre nossa extensão territorial, muito maior do que qualquer outra forma convencional de re-emissão de sinal poderia estabelecer.

Ele propunha o emprego de satélites em órbita sobre o equador terrestre, numa altitude de aproximadamente 36.000 km e com uma revolução de 23 horas 56 minutos e 4 segundos, de tal forma que os mesmos acompanhassem a Terra na sua rotação diária e que um observador fixo no solo pudesse o ter, sempre ao seu alcance.

Em Terra, considerou-se que seriam necessários potentes transmissores, para garantir que os sinais, com a atenuação, não só atingisse os satélites artificiais, na emissão, como também retornassem à Terra. Este seus trabalhos científicos, os seus ensaios, a sua imaginação visionária contribuíram sobremodo para o estabelecimento de todos os sistemas de comunicação geoestacionários de que toda a humanidade desfruta, através dos sinais dos satélites que orbitam a Terra num movimento sincronizado.

Em homenagem à sua concepção, a órbita geoestacionária que abriga os satélites geoestacionários ou geossíncronos é também conhecida como Cinturão de Clarke.

Orbitam a Terra atualmente cerca de 7.500 satélites. Alguns, geoestacionários (36.000km de altura) para telecomunicações (sinais de comunicação, difusão de TV, telefonia, telex, redes de dados, navegação) e, outros (a maioria), são de baixa altitude - 200 km a 10.000km - que servem para diversos propósitos (sensoriamento remoto; observação de vegetação, rochas e combinações destes; observação astronômica; militares; meteorológicos; posicionamento, como o GPS - Global Position Satellite).

Sua tecnologia e construção encontram-se tão aprimoradas, que podem distinguir objetos na superfície terrestre com 25 cm de comprimento de forma que, através de lentes especiais, podem ler as manchetes de um jornal.

O satélite de comunicações nada mais é do que um repetidor ativo que recebe, converte a frequência, amplifica e retransmite para a Terra os sinais recebidos.

O enlace de subida é a rota de entrada e o enlace de descida, a rota de saída, sempre tendo o satélite como referência e não as estações terrenas.

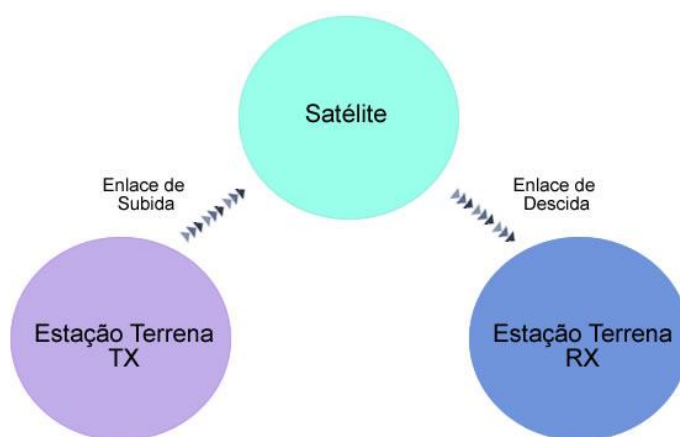


Figura 3.1: Sistema Satélite

Segundo definição da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL):

”satélites de comunicação são corpos artificiais que retransmitem sinais entre pontos distantes da Terra, sendo um importante meio para a prestação de vários serviços de telecomunicações. Por possuírem cobertura sobre vastas áreas geográficas, são instrumentos fundamentais para a universalização dos serviços.”

A ANATEL informa que para se obter o melhor desempenho de um sistema via satélite, o apontamento da antena deve ser rigoroso, razão pela qual a instalação de uma antena parabólica deve ser realizada por técnico qualificado. Para se determinar o apontamento da antena deve-se avaliar a distância entre a estação e o satélite, o ângulo de azimuth e o ângulo de elevação da antena. Além disso, é necessário considerar a visibilidade da antena em relação ao satélite.

De acordo com a Lei Geral de Telecomunicações (LGT), o provimento de capacidade espacial não é serviço de telecomunicações. Após a Anatel conferir o Direito de Exploração de Satélite, as exploradoras de satélites somente podem prover a capacidade espacial a entidades que detenham concessão, permissão ou autorização para exploração de serviços de telecomunicações ou às Forças Armadas.

As transmissões mais comuns, em telecomunicações, ocorrem em faixas em torno das frequências de 4 a 6 GHz, denominadas “banda C”. O sinal de subida é na faixa de 5,9 a 6,4 GHz. O sinal de descida é na faixa de 3,7 a 4,2 GHz.

Há outras faixas, como por exemplo, a banda Ku, em 14 GHz para subida e 12 GHz para descida.

Existem também as bandas L e S em 1 e 2 GHz para comunicações móveis.

E além das antenas para os serviços de telecomunicações existem antenas para telemetria e telecommando.

Realmente, usando satélites “a morte da distância” vira uma realidade em todo o território nacional, e na realidade, no mundo todo. E para isso a VlanMobil tem uma proposta de infra-estrutura para acesso

Designação da Banda	Faixa de Frequências (MHz)	Direção do Enlace	Serviço
P	121,45 - 121,55 242,95 - 243,05	Descida Subida	Recepção por satélite de Sinais de emergência
L	1.530 - 1.559 1626,5 - 1660,5	Descida Subida	Móvel
S	2.500 - 2.690	Descida	Fixo/radiodifusão
C	3.400 - 4.200 4500 - 4.800	Descida Descida	Fixo Fixo
C	5.850 - 7.075	Subida	Fixo
C	5.000 - 5.250	Não especif.	Móvel aeronáutico
X	7.250 - 7.375 7.375 - 7.750 7.900 - 8.025 8.025 - 8.400	Descida Descida Subida Subida	Móvel ou fixo/militar Fixo/militar Móvel ou fixo/militar Fixo/militar
Ku	10.700 - 12.300 12.700 - 13.250 14.000 - 14.500	Descida Subida Subida	Fixo
Ku	11.700 - 12.700	Não especif.	Radiodifusão
Ku	14.500 - 14.800 17.300 - 18.100	Descida	Radiodifusão
Ka	18.100 - 20.200	Descida	Fixo
Ka	20.200 - 21.200	Descida	Fixo/móvel
Ka	22.500 - 23.000	Não especif.	Radiodifusão
Ka	27.000 - 29.500	Subida	Fixo
Ka	29.500 - 30.000	Subida	Fixo/móvel
Ka	30.000 - 31.000	Subida	Móvel

Tabela 3.1: Alocação de frequências para os principais serviços de comunicação via satélite

via satélite aproveitando os investimentos nacionais em comunicações de dados via satélite.

A VlanMobil Acessando A Internet Via Satélite

Feita a análise geral do funcionamento do satélite de comunicações e das normas definidas para a comunicação de dados até a internet, definidas pela ANATEL, para a utilização deste sistema de comunicação como acesso WAN para a VlanMobil, que serviria, como estação terrestre, optou-se por levar em consideração os aspectos de:

- baixo custo de infra-estrutura;
- alta mobilidade;
- antenas com possibilidade de apontamento rápido;
- ângulo maior de elevação do apontamento da antena;
- taxas de recepção de dados maiores do que as de transmissão;
- equipamentos de configuração simplificada.

Os fatores que determinam principalmente a viabilidade econômica para o usuário do serviço de acesso a internet via satélite são:

- o preço da conectividade na ponta de recepção;
- possibilidade de compartilhar a conectividade agora terrestre entre múltiplos usuários.

Este segundo fator por sua vez depende da potência do satélite (seus transponders¹) e a capacidade técnica deste ponto terrestre para lidar com grandes números de usuários nas áreas remotas.

A estação terrena mais popular que existe é a VSAT, acrônimo de *Very Small Aperture Terminal*.

Geralmente são estações com antenas variando de 80 cm a 2 metros de diâmetro, o que vem de encontro ao intuito de se baratear a infra-estrutura a ser disponibilizada.

A rede VSAT é composta de um número de estações VSAT e uma estação principal (“hub station”).

A estação principal dispõe de antena maior e se comunica com todas as estações VSAT remotas, coordenando o tráfego entre elas. A estação “hub” também se presta como ponto de interconexão para outras redes de comunicação.

A VlanMobil se comunicará com a “hub” e então, usará sua estrutura de rede interna para espalhamento do sinal.

¹ Os transponders são responsáveis por receber, converter a frequência, amplificá-la e retransmitir os sinais que recebe para a Terra. Cada transponder é responsável pela recepção e retransmissão de uma determinada banda de frequências. Os satélites podem ter de 12 a 50 transponders, dependendo do seu tamanho.

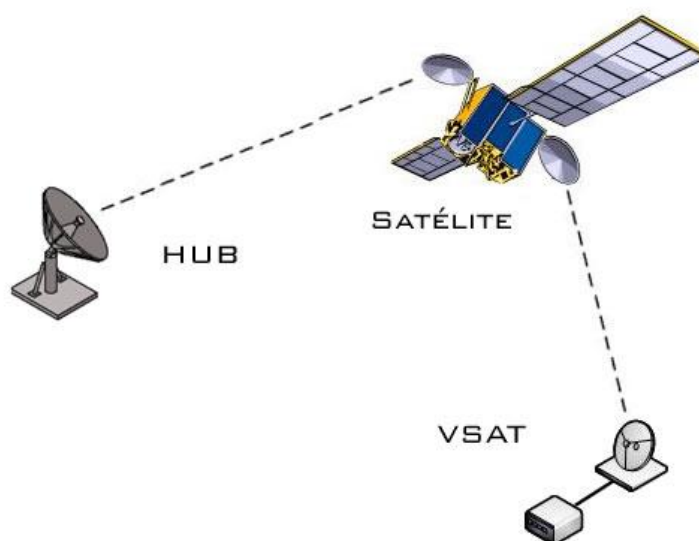


Figura 3.2: Antena, Satélite e Transponders

Uma estação VSAT é composta de duas unidades físicas distintas, a Unidade Externa (ODU - “out-door unit”) e a Unidade Interna (IDU - “indoor unit”). Na ODU fica a antena, alimentador e a parte de RF, o transmissor e o receptor propriamente dito.

Na IDU fica toda a parte de banda básica, constituída essencialmente do modem. A IDU se conecta à ODU por meio de cabos coaxiais onde a transmissão é feita a nível de frequência intermediária (FI), geralmente na faixa de 2 GHz. A distância máxima que a ODU pode ficar da IDU varia de 50 a 100 metros.

Neste ponto é que entra a transmissão em banda KU e há necessidade de se contratar um provedor de serviços que forneça os equipamentos necessários bem como esteja de acordo com as devidas normatizações da ANATEL, à saber:

**RESOLUÇÃO N.º 288 DE 21 DE JANEIRO DE 2002:
NORMA DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DE SATÉLITES
GEOESTACIONÁRIOS EM BANDA Ku COM COBERTURA SOBRE
O TERRITÓRIO BRASILEIRO**

que dispõe sobre as condições para a operação de satélites geoestacionários em banda Ku, com cobertura sobre o território brasileiro, estabelecendo os seguintes critérios:

- A fim de facilitar o uso de antenas de pequeno porte em estações terrenas receptoras, cada estação espacial pode utilizar, com prioridade, para o enlace de descida, uma das faixas de frequências:

A prioridade para utilizar uma das faixas de frequências para uma dada posição orbital garante que as estações terrenas receptoras com antenas de pequeno porte estejam protegidas de interferências causadas por outras estações espaciais.

Enlace de Subida	Enlace de Descida
13,75 - 14,00 GHz	10,95 - 11,20 GHz
14,00 - 14,50 GHz	11,45 - 11,70 GHz 11,70 - 12,20 GHz

Tabela 3.2: Enlace Subida e Descida

As características das estações terrenas transmissoras devem estar em conformidade com as seguintes condições:

I - As transmissões na faixa de frequências 13,75 a 14,00 GHz devem atender ao Regulamento de Radiocomunicações da União Internacional de Telecomunicações(UIT).

II - Durante o período de desvanecimento por chuva pode ser utilizado o controle automático de potência nos enlaces de subida para aumentar a densidade, desde que o valor de densidade de potência do sinal na entrada da antena da estação espacial não ultrapasse o valor para céu claro.

As Características das Estações Terrenas Receptoras são:

I - O ganho de pelo menos 90% dos picos dos lobos laterais dos diagramas de radiação das antenas das estações terrenas receptoras, na faixa de frequências 11,70 - 12,20 GHz

II - Antenas com lobos laterais que não atendam os limites especificados no item I podem ser utilizadas nas faixas de frequências prioritárias, 10,95 - 11,20 GHz ou 11,45 - 11,70 GHz.

Agregadas à resolução N.º 288, estão às normas:

- Características Mínimas de Radiação de Antenas de Estações Terrenas para Comunicação via Satélite;
- Certificação e homologação de equipamentos para estações terrenas do serviço fixo por satélite;
- Certificação e homologação de antenas para estações terrenas

De forma a obedecer à normatização ANATEL, a configuração de equipamentos que seja adotada deve obedecer ao esquema que segue:

Para que uma estação VSAT se comunique é necessário que à mesma esteja associado um canal de RF. Essa associação pode ser permanente ou por demanda, variando dinamicamente. Quando a associação é permanente existe um canal fixo para cada VSAT e temos o método de alocação PAMA (*“Permanent Assignment Multiple Access”*) ou acesso múltiplo com alocação permanente.

Quando a alocação é dinâmica existe um faixa de canais administrados pela estação “hub” do qual são alocados os canais para cada VSAT na medida em que sejam solicitados e para o qual são liberados ao término do uso. Neste caso temos o método de alocação DAMA (*“Demand Assignment Multiple*

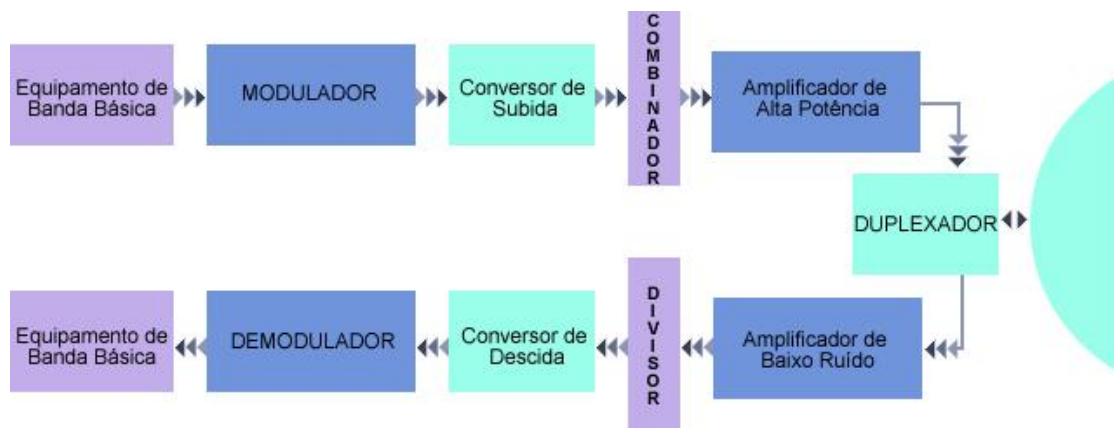


Figura 3.3: Diagrama em blocos simplificado de uma estação terrena do serviço fixo por satélite

Access”) ou acesso múltiplo com alocação por demanda.

Seja a alocação de canais PAMA ou DAMA, existe uma variedade de métodos de acesso e partilhamento de canais. Os principais são: TDMA, FDMA, FTDMA e CDMA.

Uma vez escolhido o provedor, este fornecerá, conjuntamente com a respectiva tarifa mensal, os equipamentos para comunicação estação remota VSAT - VlanMobil e a “hub”, como por exemplo:

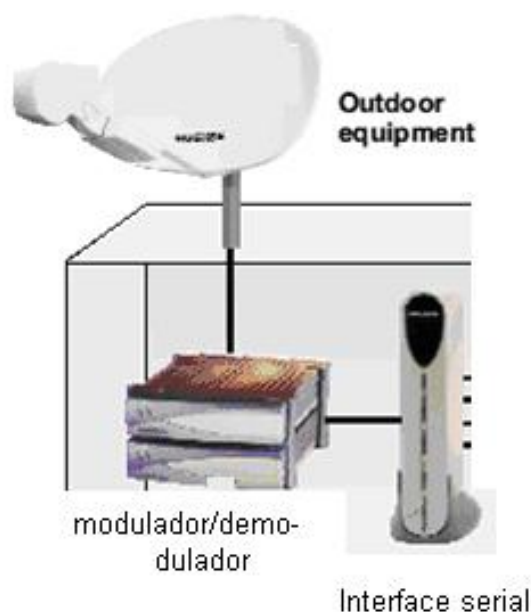


Figura 3.4: Equipamentos Estação Remota VSAT

O equipamento de acesso serial poderá ser conectado ao servidor Internet da VlanMobil ou a uma porta de switch existente, permitindo assim o acesso WAN via satélite.

Já para o apontamento adequado da antena, se faz uso do simulador Limalt 2000 apresentado em

anexo². De posse das coordenadas geográficas do local e do satélite para o qual se deseja o apontamento, se obtém todos os dados para ajuste de apontamento da antena e sua respectiva altura, com o devido desvio dos anteparos.

É importante salientar que a estação “hub” e as unidades IDU e ODU da estação remota, são locados de provedores que prestam o serviço de acesso comercial de serviços de satélite.

3.2 Comunicações Móveis - 3G

Aspectos Gerais

O desenvolvimento das comunicações móveis nos mais de cem anos de sua existência - Dos estudos de propagação eletromagnéticas de Maxwell (evidenciados por Hertz) passando pela primeira aplicação realizada por Marconi na transmissão de sinais de rádio em 1897 até a atualidade - tem ocorrido de maneira lenta e dependente do desenvolvimento tecnológico como suporte para suas aplicações práticas.

A disponibilização e popularização dos sistemas de comunicações móveis não foram possíveis até a concepção de seus conceitos (realizados no Bell Laboratories) na década de 60 e 70. Teorias essas que se tornaram práticas apenas na era dos transistores e hardwares miniaturizados.

Nas três últimas décadas o avanço tecnológico e crescimento das comunicações móveis (em especial da telefonia celular) tem sido exponencial. Particularmente na última década, não só a telefonia celular atrelada à comunicação de voz vem ganhando espaço e dominando mercado.

Desde que surgiram os primeiros estudos utilizando as redes celulares para a comunicação de dados, esta fatia do mercado tem se tornado atrativa tanto em questões técnicas bem como comerciais.

A tecnologia 3G (na atualidade utilizada para transmissão de dados em longas distâncias) ultrapassou outras tecnologias sem fio e fixou-se como uma ótima alternativa de acesso à Internet.

Neste trabalho, não somente conceituaremos as tecnologias de segunda e terceira geração de celulares como também justificaremos sua escolha como meio de acesso WAN na concepção do produto VlanMobil avaliando a pertinência e viabilidade na escolha.

Acesso a Internet via Sistemas de Comunicações Móveis

Os Sistemas Celulares de Primeira Geração (ou Sistemas Celulares Analógicos) foram teorizados e posteriormente aplicados apenas para a comunicação de voz. Utilizavam uma modulação FM e seu acesso múltiplo era realizado no padrão FDMA sendo que os canais de controle utilizavam modulação FSK.

Com o avanço da tecnologia digital as possibilidades de uma telefonia móvel digital foram surgindo

²Ver anexo D

gradativamente e tornando-se mais atraentes por suas facilidades técnicas e maior capacidade sistêmica.

Os Sistemas Celulares ditos como de Segunda Geração (2G) utilizam a tecnologia digital para a transmissão.

A telefonia digital (2G) tem inúmeras vantagens sobre a telefonia analógica (1G) em especial na qualidade dos sinais transmitidos (que são mais imunes a ruídos e distorções advindas do canal de comunicação), a possibilidade de codificação (que provê detecção e correção de erros) a aplicação de técnicas de criptografia (o que não pode ser aplicado na telefonia analógica), o hardware mais genérico (permitindo uma maior flexibilidade projetural) e a implementação de novas técnicas de múltiplo acesso (TDMA e CDMA) que aproveitam o espectro de frequência disponível de uma maneira mais eficaz (do que o AMPS-FDMA utilizado na telefonia analógica).

O aumento da capacidade sistêmica do 2G é sem dúvida a melhor de todas as suas vantagens (superando as modificações nas técnicas de acesso ao meio) e foi ela que possibilitou o surgimento dos três sistemas celulares 2G existentes: GSM, IS-95 e IS-54 (futuro IS-136).

O GSM é o padrão europeu que se utiliza da técnica FDMA+TDMA e não foi estruturado com os conceitos do AMPS-FDMA da primeira geração, não sendo, portanto compatível com o antigo sistema vigente. O IS-95 é o padrão americano que se utiliza da técnica FDMA+CDMA e foi totalmente pensado (desde o princípio de sua elaboração) para interagir com o AMPS-FDMA além de ter sido criado para substituir o fracasso do padrão IS-54. O IS-136 (evolução do IS-54) é a resposta americana ao padrão GSM.

Utiliza a mesma técnica de acesso ao meio do padrão europeu (FDMA+TDMA) e é compatível com o AMPS-FDMA.

O foco deste estudo permanece no tangente a implementação do 3G como forma de acesso ao meio WAN nas regiões brasileiras onde ele for oferecido por determinação da ANATEL.

De acordo com o EDITAL DE SERVIÇO MÓVEL PESSOAL ANATEL Nº 002/2007/SPV de 11 de dezembro de 2007:

“4.15. A Proponente vencedora em sua Área de Prestação é obrigada a atender assinantes visitantes de outra(s) autorizada(s) do SMP, inclusive da mesma Área de Prestação, em municípios com população abaixo de 30.000 (trinta mil) habitantes, exceto nos municípios onde a(s) autorizada(s) já disponha(m) de infra-estrutura para a prestação do SMP, respeitado o padrão de tecnologia.”

o que incorre no atendimento das condições mínimas e com tecnologia 2G, de forma obrigatória para os municípios mencionados, bem como

“4.12.7. Um município será considerado atendido quando a área de cobertura contenha, pelo menos, 80% (oitenta por cento) da área urbana do Distrito Sede do município atendido pelo Serviço Móvel Pessoal.”

isentando assim, o fornecimento de qualquer tipo de serviço móvel em áreas rurais de municípios com população inferior a 30.000 habitantes.

A cidade de São Bonifácio, objeto dos testes deste trabalho, que não possui cobertura da tecnologia 3G. O serviço de dados é fornecido através da tecnologia 2G, por apenas uma Estação Rádio Base (3944131) assistida pela Operada Claro S.A., que tem, em função do edital acima mencionado, a obrigatoriedade do atendimento no local.

Sistemas Celulares de Terceira Geração (3G)

Os sistemas celulares ditos como de terceira geração nasceram da possibilidade de um maior aproveitamento da tecnologia digital implementada na segunda geração e da necessidade de um único padrão de telefonia móvel que reunisse um conjunto de serviços.

Iniciou-se, em 1990, o estudo para a idealização do 3G visando à criação de um padrão único para os sistemas móveis. A estimativa era de que o projeto levaria cerca de dez anos para sua concretização sendo então nomeado de IMT -2000.

A ITU (International Telecommunication Union) definiu esse estudo como sendo um projeto idealizado para prover acesso a uma ampla gama de serviços de telecomunicações através da interface aérea.

Nestes estudos, as principais características do sistema de terceira geração ITU-2000 também foram discutidas e incluíram:

- Padronização internacional no design dos equipamentos;
- Compatibilidade entre os serviços oferecidos nas redes fixas e móveis;
- Utilização de terminais de usuários leves, compactos e com capacidade de roaming mundial;
- Capacidade de recursos multimídia (possíveis com a maior banda) e uma variedade de serviços;
- Comutação de pacotes e assimetria de tráfego (uma vez que o acesso a internet é um dos pilares fundamentais da terceira geração).

Além das características que tangem a padronização dos produtos outras especificações importantes foram definidas visando conduzir os desenvolvimentos futuros em 3G para um caminho onde houvesse liberdade de produção e possibilidade de integração entre equipamentos.

Atributos de usuários, tipos de serviços e ambientes para operação do sistema foram alguns dos pré-requisitos pensados nessa primeira etapa de elaboração do ITU-2000.

Atributos do Usuário:

- Usuário estacionário (0 km/h);

- Usuário pedestre (até 10 km/h);
- Usuário veicular (até 100 km/h);
- Usuário veicular de alta velocidade (até 500 km/h)
- Usuário aeronáutico (até 1500 km/h)
- Usuário satélite (até 27.000 km/h)

Tipos de Serviço:

- Serviço de voz;
- Serviço de áudio;
- Serviço de texto;
- Serviço de imagem;
- Serviço de vídeo;
- Serviço de sinalização;
- Serviço de dados;

Ambientes para operação do Sistema 3G:

- Mega Célula: 100 a 500 km de raio;
- Macro Célula: menor que 35 km de raio;
- Micro Célula: menor que 1 km;
- Pico Célula: menor que 50 metros de raio;

As características anteriormente citadas expandiram as possibilidades de uso do sistema de terceira geração para muito além do que se imaginava. Hoje, não vemos o sistema 3G apenas como um suporte tecnológico para celulares de ultima geração e sim como uma tecnologia wireless capaz de tecer uma rede de comunicação de cobertura global e suas facilidades no serviço de voz, dados e multimídia seja através de um aparelho celular ou de um modem 3G conectado a um computador.

Assim como a primeira geração foi baseada no FDMA e a segunda geração foi baseada no FDMA+TDMA e FDMA+CDMA, a terceira geração é baseada no CDMA. O CDMA foi a técnica de acesso escolhida pela alta flexibilidade na transmissão de altas taxas de dados; pela capacidade de receber sinais por múltiplos percursos (multipath) e pela possibilidade de aplicação do soft randoff (como todos os usuários

transmitem ao mesmo tempo e na mesma frequência qualquer terminal móvel pode se comunicar com várias estações rádio base ao mesmo tempo).

O CDMA aplicado a terceira geração forma dois sistemas com características técnicas e estruturas distintas: o W-CDMA e o CDMA-2000. Ambos serão detalhados na sequência.

W-CDMA

O W-CDMA (Wideband - CDMA, também chamado de UMTS) é uma tecnologia de interface aérea prevista pela IMT-2000 e foi pensada e idealizada para uma total integração com as redes 2G sejam elas baseadas no GSM (protocolo MAP) ou IS-95 e IS-136 (protocolo ANSI-41).

Toda a tecnologia W-CDMA foi concebida e padronizada a partir de um novo conceito sendo que a interface de rede e protocolos de comunicação tem por base o que já foi implementado anteriormente no sistema GSM tornando o W-CDMA uma suposta “evolução” do GSM/MAP.

Claro que essa concepção estruturada no sistema GSM não foi intuitiva e muito menos ingênua e sim muito bem pensada e ligada a questões comerciais. O sistema W-CDMA baseado no GSM permite que toda a estrutura física já construída em inúmeros países continue sendo utilizada pelo 3G sem qualquer limitação e é este fator que também permite que o sistema 2G ofereça serviços como acesso a internet. Ainda assim, novos elementos de rede como o 3G-SGSN e 3G-GGSN e novas interfaces como o UTRAN foram criadas para garantir a eficiência máxima do W-CDMA.

Esta concepção estruturada no sistema GSM também não livrou o W-CDMA de novos elementos físicos de rede (em especial BTS) e de novos celulares. O GSM (FDMA+TDMA) não utiliza a mesma técnica de acesso do W-CDMA (CDMA) e esse fator foi decisivo, tornando obrigatória a atualização de equipamentos de hardware que permitam a interação do W-CDMA com as BTS (e outras estruturas) que rodavam GSM.

A relação entre o W-CDMA e CDMA-2000 também compete em igualdade com a relação W-CDMA e GSM. Mesmo o W-CDMA e o CDMA-2000 sendo aplicados com a mesma técnica de acesso (CDMA), ainda assim possuem interface-aérea pensada de maneira distinta, fazendo necessário também nesta situação novos aparelhos celulares.

A questão de novos aparelhos celulares foi de importância prioritária no que se refere a disponibilidade, prazos e custos uma vez que todo o planejamento comercial das operadoras levou em consideração a velocidade que seus clientes desejaram trocar de aparelhos celulares para ter acesso aos serviços multimídia mais avançados (disponibilizados pelo 3G) e que necessitavam de taxas de 2Mbps ou superiores. Outra preocupação já superada pelas operadoras era referente à bateria desses novos aparelhos que deveria otimizar o consumo energético e manter o aquecimento do aparelho em níveis aceitáveis.

A rede W-CDMA pode ser resumida em três elementos principais: Rede Núcleo (Core-Network), Rede de Acesso (UTRAN) além da parte de serviços e aplicativos.

Core-Network: Nessa rede é realizado o gerenciamento da rede e das rotinas de serviços; O Core é quem faz o controle, roteamento e comutação das chamadas e é também

quem possibilita que terceiros ofereçam diferentes aplicativos aos usuários.

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network): Nessa rede são realizados o processamento de tráfego e o gerenciamento dos recursos do espectro. A interface aérea utilizada é o CDMA banda larga (W-CDMA) com 5 MHz por portadora e os modos de acesso previstos são o FDD e o TDD (comercialmente o FDD).

Além dos três elementos principais particulares ao sistema W-CDMA ainda temos os subsistemas como o Core Network Circuit Switched e o Core Network Packet Switched (integrados ao UTRAN) que são compostos por sua vez de Nó B, Iub e RNC conforme ilustração:

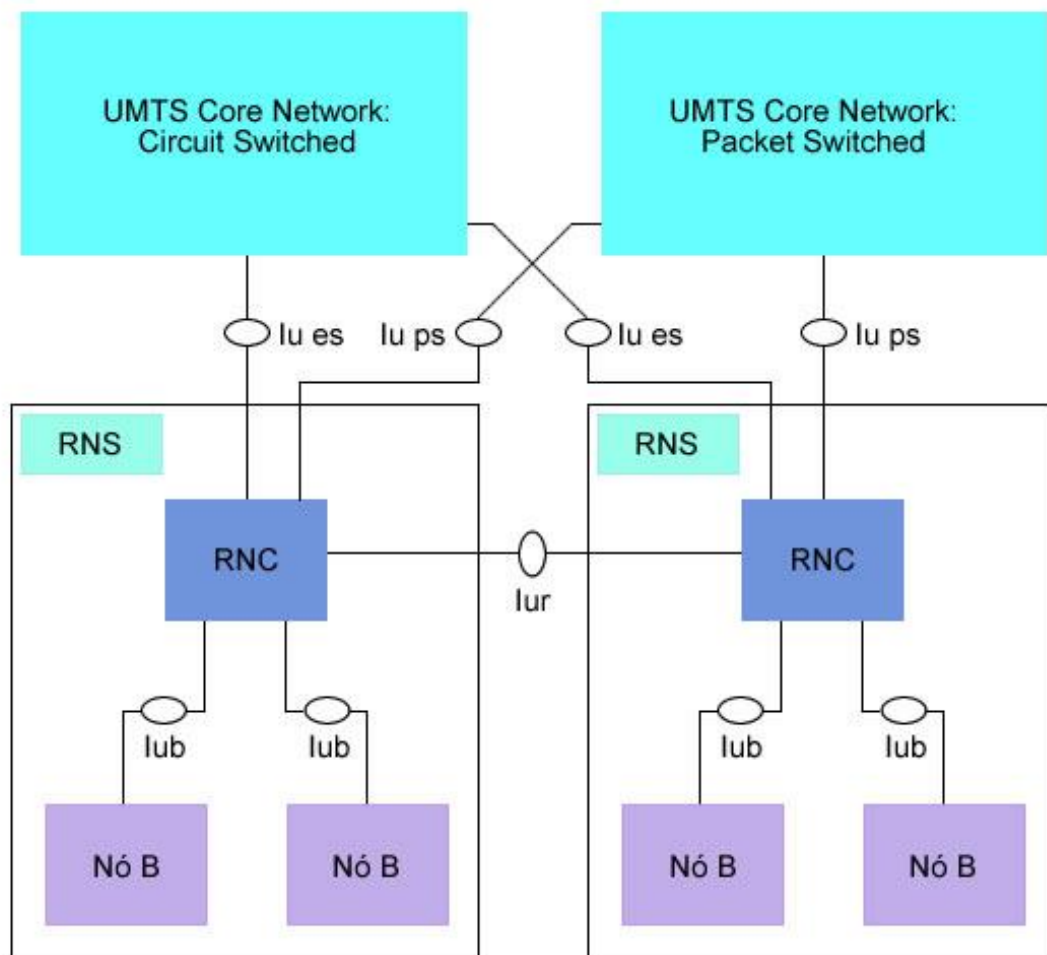


Figura 3.5: UTRAN - Elementos de Rede e Interfaces

O Nó B (Node B) neste esquema é usado para referenciar a Estação Rádio Base (ERB). As principais funções da ERB no W-CDMA são: Codificação e decodificação do sinal; Modulação e demodulação do sinal; Espalhamento e desespalhamento espectral; Sincronismo no tempo e na frequência; Controle da

potência; Processamento de RF.

O RNC (Rádio Network Controller) é usado para referenciar a Central de Controle de Rádio. As principais funções são: Gerenciamento dos recursos de rádio; Sinalização da interface-aérea; Terminação das portadoras de acesso; Processamento de chamadas; Processamento de tráfego de voz e dados; Controle de potência (interface-aérea); Realizar soft e hard handover (intra e intersistema); Prover funcionalidades de OA&M (alarmes, desempenho etc.).

A Iu (Interface Iu) faz a conexão da UTRAN com a Core-Network (Circuit e Packet). Essa interface foi desenvolvida e homologada como um padrão visando maior flexibilidade das operadoras na compra de UTRANs e CNs não tornando-as limitadas a um único fornecedor para toda a rede W-CDMA.

A Iur (Interface Iur) é quem possibilita a comunicação entre RNCs diferentes dando suporte ao soft handoff e a registros de localização entre RNCs, informando sobre erros de protocolo e transferências de mediações da ERB entre duas ou mais RNCs.

A Iub (Interface Iub) é quem possibilita a comunicação entre RNC e Nó B estabelecendo um link de rádio para atender uma estação móvel, tratando os canais de controle, trocando informações sobre mediações da ERB e gerenciando falhas.

CDMA-2000

A tecnologia CDMA é uma técnica de múltiplo acesso baseado em espalhamento espectral onde todos os sinais compartilham o mesmo espectro de frequência ao mesmo tempo. Para que esse processo funcione sem problemas a informação de cada usuário (que trafega na rede) é codificada e espalhada por toda a banda disponível utilizando um código distinto para cada canal (usuário) onde este mesmo canal considera a informação trafegada em seus canais vizinhos como um simples ruído.

Obviamente, quanto maior a quantidade de canais disponíveis no sistema maior será a quantidade de códigos utilizados e a complexidade do arranjo aumentará na mesma medida que a probabilidade de erros (ocasionados pela similaridade entre os códigos utilizados).

A otimização do CDMA-2000 para a terceira geração de celulares tornou possível uma capacidade de voz adicional duas vezes maior do que a utilizada no IS-95 de segunda geração (que é baseado no padrão FDMA+CDMA) com a mesma portadora de 1,25 MHz.

A inclusão das interfaces EV-DO ao sistema CDMA-2000 são as maiores responsáveis pela sua otimização em relação ao IS-95. O 1xEV-DO (ou HDR - High Data Base) é uma evolução na capacidade de transmissão de dados que foi proposta na segunda revisão da IS-2000 quando já se imaginava a utilização da 3G para a conexão a internet, única e exclusivamente. Ao contrário do CDMA IS-95 e do CDMA-2000 que utilizam o modelo de rede ANSI-41, o CDMA-2000 1xEV-DO faz uso do modelo Wireless-IP que claramente tem uma capacidade de integração muito maior com a internet.

Essa tecnologia de acesso dedicado que utiliza canais com portadoras de 1.25 MHz é prioritária-

mente utilizado para prover HSPD com alta velocidade e capacidade de transmissão de dados tornando bandas de 2,5 Mbps reais e efetivas.

As interfaces EV-DO dividem-se em três modelos que incluem a interface aérea (TIA/EIA IS-856); interface R-P (TIA/EIA IS-2001, TIA/EIA IS-878) e a interface IP (TIA/EIA IS-835, TIA/EIA TSB 115 e IETF) que estão destacadas por função no IS-2000 revisão B. Atualmente encontra-se em estudos a evolução das interfaces EV-DO para EV-DV (Evolution Data and Voice) que poderão prestar serviços simultâneos de voz e dados a taxas superiores a 4 Mbps.

3.3 Adsl

Aspectos Gerais

Para os 192.564.525 habitantes do território nacional, há 33.103.439 terminais telefônicos em serviço³ e destes, aproximadamente 9 milhões tem, agregado a linha telefônica, o acesso a internet via ADSL - Assymetrical Digital Subscriber Line - tecnologia que utiliza linha telefônica para tráfego de dados em banda larga.

Eis algumas vantagens da tecnologia ADSL:

- Manutenção da conexão à Internet aberta e ainda usar a linha telefônica para chamadas de voz;
- A velocidade é muito maior do que a de um modem discado comum;
- A conexão ADSL não requer necessariamente uma fiação nova: ela pode usar a linha telefônica já existente, diferentemente da situação do cable modem.

Segundo (MUNCINELLI, 2001)“Comumente chama-se ADSL de “serviço”, no entanto, pode-se afirmar que ADSL é uma tecnologia de codificação que pode desenvolver encapsulamentos de camadas mais altas como ATM e IP. A codificação, modulação e correção de erro do sinal ADSL são itens fundamentais e complementares entre si para este objetivo, bem como para aproveitamento máximo da capacidade de transmissão do meio metálico“.

Uma das principais limitações de ADSL é a distância entre os dois modems, que teoricamente poderia chegar aos 8 km. Esta variação da distância com o diâmetro do cabo esta relacionada à dissipação de energia. Quanto maior for o diâmetro do cabo, menor será sua resistência elétrica e menor será sua dissipação de energia. A atenuação não é igual em todo o espectro, sendo maior quanto mais alta for a frequência, tendo-se em mente que ainda são usadas as fiações de cobre centenárias que estão nos subterrâneos das cidades, criadas para suportar algo em torno de 3 kbps de tráfego de dados.

³ANATEL - dados referentes a março/2010 referentes às concessionárias do Sistema de Telefonia Fixo Comutado

No caso da adoção de fibra ótica, cada rua deveria ter sua fiação trocada para o advento mundial de um sistema para uso em longo prazo, o que ainda implica em investimentos altos demais para a maioria das empresas. Isso fica fácil e possível em locais de alta concentração populacional onde os investimentos têm retorno em um curto espaço de tempo, no entanto em áreas remotas da Amazônia ou da África, com usuários esparsos, não há como justificar ou manter redes em fibra ótica.

Pode-se observar, diante do exposto, que o ADSL se posiciona, em se tomando o modelo OSI, na camada física. Trata-se da camada que fornece a infra-estrutura para todas as camadas acima dela, especificando os padrões para a interconexão física entre hosts e comutadores de pacote de rede, e também os procedimentos usados para transferir pacotes de uma máquina para outra.

No ADSL, a camada física manuseia a codificação básica, incluindo taxas de dados e compatibilidade com outras tecnologias da rede metálica. Entre os padrões estão o Discrete Multitone (DMT) e Carrierless Amplitude and Phase (CAP).

É através de um modem ADSL que o computador ou rede do usuário se conectam com a linha DSL, tecnicamente chamado de ATU-R (*ADSL Terminal Unit - Remote*).

No lado da central telefônica fica o DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) que é o equipamento que realmente permite a existência da linha de assinante digital. Um DSLAM faz conexões a partir de diversos clientes e os agrega em uma única conexão de alta capacidade à Internet. Os DSLAMs geralmente são flexíveis e capazes de suportar múltiplos tipos de DSL em uma única central de operação e variedades diferentes de protocolos e modulação (tanto CAP quanto DMT) no mesmo tipo de DSL. Além disso, o DSLAM pode prover funções adicionais, incluindo o roteamento ou a designação de um endereço IP dinâmico aos clientes.

O DSLAM proporciona uma das principais diferenças entre o serviço ao usuário por meio de ADSL e por modems a cabo. Como os usuários de modem a cabo geralmente compartilham uma malha de rede que corre através de um bairro, em muitas situações a adição de usuários significa uma redução do desempenho. O ADSL fornece uma conexão dedicada a partir de cada usuário até o DSLAM, o que significa que os usuários não verão uma diminuição de desempenho à medida que novos usuários forem acrescentados - isso até que o número total de usuários comece a saturar a única conexão de alta velocidade à internet.

Em julho de 2002 foi criada a tecnologia ADSL2, que logo foi aprovada pela ITU-T como G.992.3 e G.992.4, essa variante da tecnologia de ADSL possui taxas de downstream de até 24 Mbps e upstream de 1 Mbps, possui uma melhor modulação que o ADSL normal e possui um reordenador de tonalidades para dissipar os sinais de interferência causados pelas ondas de rádio AM para ter um melhor ganho devido a nova modulação utilizada.

O primeiro ganho é a eficiência. O ADSL tradicional gasta 32Kbps de banda enquanto o ADSL gasta apenas 4Kbps para sinalização, deixando mais banda para a transferência efetiva de dados. Através

de novos métodos de codificação, o ADSL2+ chega a até 24Mbps de banda (contra 8Mbps do ADSL normal) de download e 1 Mbps de upload (o mesmo do ADSL normal). O grupo de desenvolvedores do ADSL2+ considerou que, para o perfil de tráfego típico dos usuários ADSL, a banda de 1Mbps de upload era suficiente, assim todo o ganho de banda foi passado para a velocidade de download. Como o ADSL2/2+ possui mais banda, o efeito positivo é que, mantendo a mesma velocidade, o ADSL possui um alcance maior. Assim, um operador de banda larga que forneça conexões de 4 Mbps, pode chegar a até 3,5 Km de distância até seus usuários usando ADSL e 4Km em ADSL2/2+.

Outro recurso importante dos modems ADSL2/2+ são os recursos de auto-diagnóstico: eles podem medir as características de ruído, margem de ganho (SNR) e atenuação nos dois lados da linha. Além disso, o ADSL2/2+ monitora esses parâmetros continuamente e gera alarmes quando a qualidade da linha varia para patamares muito próximos dos limites.

É comum que, com o tempo, as condições de ruído e atenuação de uma linha mudem. Isso pode ocorrer lentamente por fatores como umidade, interferências eletromagnéticas, etc. Além disso, fatores externos (ex.: entrada de água de chuva em alguma caixa de passagem) podem fazer esses fatores mudarem drasticamente (dias secos x dias chuvosos). Com os recursos de monitoramento e alarme é possível ao operador de banda larga tomar atitudes corretivas e preventivas.

Economiza energia, pois o modem para esta tecnologia foi projetado para funcionar somente quando o computador estiver em uso, ou seja, quando o computador entra em modo de espera o modem também entra apesar de o consumo elétrico (kWh) de um modem ter pouco valor representativo.

Aspectos do Funcionamento

Na região entre o assinante e a central telefônica, a atual infra-estrutura de transmissão de voz utilizada pelas concessionárias de serviços públicos de telecomunicações é formada por um par de fios metálicos trançados e requer uma largura de banda de 300 à 3.400 Hz, no entanto, os fios de cobre têm muito espaço para transmitir mais do que as conversas telefônicas: eles são capazes de manipular uma largura de banda ou faixa de frequência muito maior do que a necessária para a voz.

”A família de tecnologias DSL - Digital Subscriber - fornece um meio de transmissão digital de dados, que explora a capacidade extra de transmissão de frequências em fios de cobre, para transmitir informações sem perturbar a capacidade da linha para as conversações, utilizando-se de frequências particulares para tarefas específicas“, explica (MUNCINELLI, 2001).

Os dois tipos de modulação para transmissões DSL são:

- Modulação DMT (Discrete Multi-Tone), que foi selecionada como padrão pela ANSI através da recomendação T1.413 e, posteriormente, pela ETSI. Descreve uma técnica de modulação por multi-portadoras na qual os dados são coletados e distribuídos sobre uma grande quantidade de pequenas portadoras, com cada uma utilizando um tipo de modulação analógica QAM (Quadrature

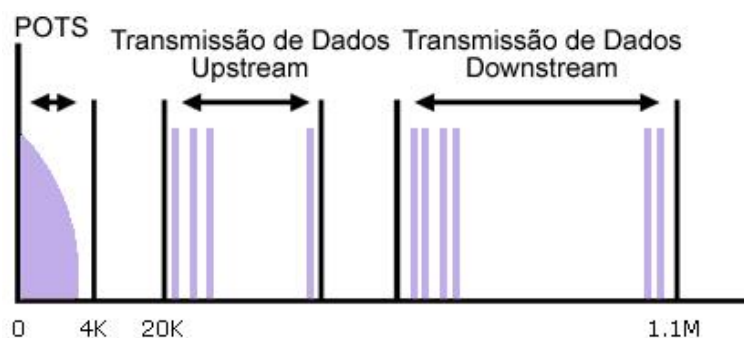


Figura 3.6: ADSL - Bandas do Sistema

Amplitude Modulation). Os canais são criados utilizando-se as técnicas digitais das Transformadas Discretas de Fourier.

- Modulação CAP (Carrier-less Amplitude/Phase) outra versão de modulação QAM na qual os dados modulam uma única portadora, que depois é transmitida na linha telefônica. Antes da transmissão, a portadora é suprimida e, depois, é reconstruída na recepção.

A abordagem da técnica de codificação se restringirá ao Discrete Multitone (DMT), que é a técnica mais usada nas aplicações comerciais.

Apesar da técnica de modulação DMT ser de banda passante (sua frequência limite inferior é um valor diferente de zero), os sistemas ADSL utilizam a banda base (frequência limite inferior é zero) e desta forma pode conviver com a transmissão de voz analógica, no mesmo par.

A técnica DMT divide o espectro em 256 canais, de 4,3125 kHz de largura cada, chamados “bins”. Utiliza-se modulação de amplitude e fase para o transporte de dados em cada canal. A técnica prevê uma detecção de integridade dos dados transmitidos em cada um destes canais. Se um dos canais estiver danificado, o dano é detectado e os dados deixam de ser transmitidos por aquele canal, e são repassados para os outros canais. Cada canal é monitorado individualmente na relação sinal ruído e, dependendo desta relação, será alimentado com mais ou menos bits. Dessa forma, apenas os melhores canais são utilizados.

O modem pode modular cada um destes canais com uma densidade de bit diferente (até um máximo de 15 bits/segundo/Hz ou 60 kbit/s / 4 kHz tom) dependendo do ruído da linha. Em baixas frequências, onde existem menos interferências, a linha pode suportar 10 bits/segundo/Hz, enquanto que em altas frequências este valor pode cair de 10 para 4 bits/segundo/Hz devido a um decréscimo correspondente de largura de banda. Este uso de subportadoras é bem mais complexo do que as solicitações de processamento do CAP. Este fato torna DMT mais robusto que CAP.

Dentro do DMT, a frequência de 0 kHz não é usada por estar na faixa de voz e a subportadora de número 256, na frequência de Nyquist, não é usada para transporte de dados. Ainda, um tom piloto

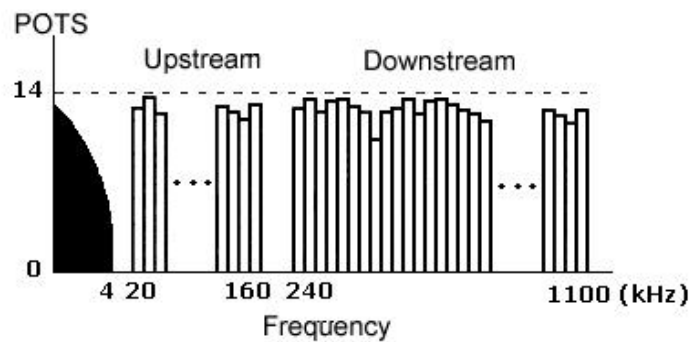


Figura 3.7: ADSL - Canais da Modulação DMT

é modulado e transportado pela portadora 64 (276 kHz). DMT utiliza uma Transformada Inversa de Fourier Discreta para modulação dos dados em cada portadora, sendo que a largura de banda disponível em cada portadora é uma função do número de símbolos, resultando em um tipo de constelação de modulação de complexidade variável de até 256 pontos.

O ADSL utiliza a Modulação de Amplitude em Quadratura (QAM) como técnica de modulação de sinal para poder atingir a transmissão de até 15 bits em cada subcanal formado pela codificação DMT.

Por exemplo, um sinal que transmite três bits por baud necessita de oito combinações binárias para representá-lo. No caso, duas medidas de amplitude e os quatro deslocamentos de fase possíveis, permitem a representação dos oito tipos de onda necessários para a representação do sinal.

Usando-se a técnica descrita, uma stream de dados de grande tamanho pode ser quebrada em palavras de três bits, como por exemplo: 001-010-100-011-101-000-011-110. A figura abaixo ilustra a codificação do sinal, demonstrando a variação de amplitude e deslocamento de fase:

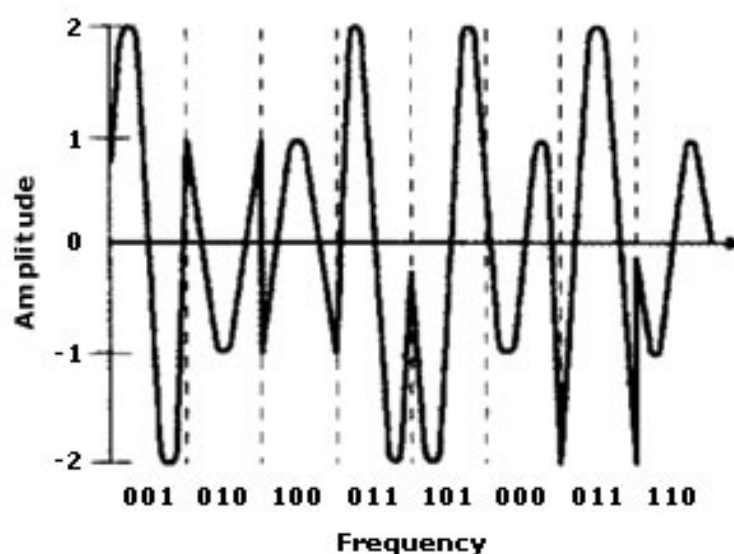


Figura 3.8: QAM - Exemplo

No caso particular do DMT, para transmitir 15 bits de dados em um único tom, são necessárias 32.768 combinações de amplitude e deslocamento de fase.

As redes locais compostas de pares trançados podem ser consideradas ambientes controlados no que diz respeito às suas características físicas. No caso do sistema ADSL, quem transporta estes sinais é a rede telefônica das operadoras. Esta rede, por sua vez, é sujeita a múltiplas degradações o que exige um eficiente sistema de controle.

A codificação, modulação e correção de erro do sinal ADSL são itens fundamentais e complementares entre si para este objetivo, bem como para aproveitamento máximo da capacidade de transmissão do meio metálico.

A correção de erro na tecnologia ADSL pode ser feita de formas distintas. O código de Reed-Solomon é uma forma de FEC (Forward Correction Error) e é utilizada no ADSL para trazer resiliência adicional contra o ruído da linha.

O código de Reed-Solomon é um subtipo do código cíclico BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) que executa correção de erros múltiplos, é não binário (mulsímbolo). Tome-se como exemplo um símbolo b -bit, onde se tem $q=2^b$ símbolos possíveis (palavras código). Atribuindo um valor para $b=8$ bits, o que apresenta 256 símbolos possíveis.

Um código de Reed-Solomon (n, k) é também um código de bloco, onde em k símbolos de informação que estão inseridos no codificador, n símbolos de palavra-código aparecem na saída. Neste tipo de código, os símbolos de palavra-código estão limitados como sendo, em sua maioria, $n_i=q+1$ símbolos de comprimento. Códigos Reed Solomon podem ser estendidos para $n = q$ e $n = q + 1$ em comprimento médio.

Por exemplo, se forem utilizados grupos de 6 bits (64k), códigos de Reed Solomon podem ser gerados. Um código Reed Solomon (64,40) consistiria de palavras código de $64 \times 6 = 384$ bits, cada uma contendo 240 bits de informação, tratados como 40 símbolos de 6 bits.

No código (64,40) descrito anteriormente, o comprimento de palavras-código de $q=2^6=64$ bit, cuja fração de possíveis palavras-código de 64 símbolos de comprimento é utilizada como palavra-código se $64-24 = 2-144$. O que demonstra a grande capacidade de detecção e correção de erro, neste caso particular, podem-se corrigir erros de até 12 símbolos.

Primeiro as palavras-código são formadas, então são passadas por um intercalador (interleaver) para uma proteção melhorada contra ruído. A ação do intercalador é ajustável e para 2, 4, 8 ou 16 palavras-código. Ainda, pode ser ajustado independentemente para os canais de downstream e upstream. Porém, quando a resiliência é incrementada, o preço é pago em latência, como será explicado a seguir.

Durante a sincronização inicial entre ATU-C (ADSL Termination Unit - Central Office, ou Unidade de Terminação do ADSL, Central Telefônica) e ATU-R (ADSL Termination Unit - Remote, ou Unidade

de Terminação do ADSL, Remota Assinante), o sinal ADSL é transmitido via células ATM (Asynchronous Transfer Mode) vazias. A taxa de transferência das próximas células ATM pode ser configurada de dois modos: fast data e interleaved.

Fast data é um método de transporte com latência mais baixa (entenda-se por latência o tempo de comunicação entre os dois dispositivos, conceito comum quando o assunto é comunicação de roteadores), enquanto que o método interleaved é mais robusto com correção adicional de bits errados embutida no sinal. O método fast data (sem o código de Reed-Salomon) tem atraso (delay) menor do que o interleaved.

Após todo o tratamento pelo qual passa o sinal, para que possa ser transmitido via par de cobre, o acesso a internet ainda requer a obtenção de um endereço IP para navegação, bem como a autenticação de usuário e senha através de um provedor de acesso, para que possa então navegar na internet. A figura que segue ilustra a estrutura necessária para que isso aconteça:

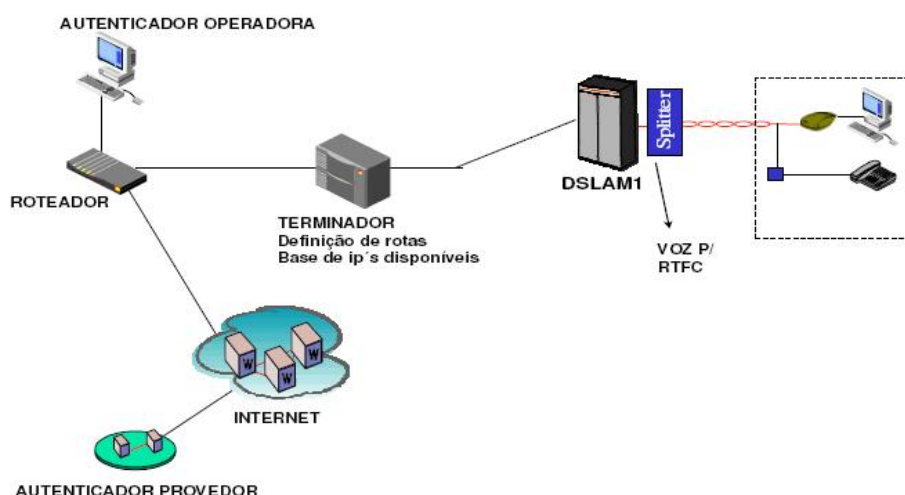


Figura 3.9: Topologia para acesso a internet via acesso ADSL

3.4 Redes em malha sem fio

Aspectos Gerais

Para o provimento de uma rede local para a VlanMobil, vislumbrou-se a solução sem fio (*wireless*), de forma há que não se tenha o ônus da passagem de cabos dentro do ambiente do veículo, bem como para poder atender ampliações imediatas ou a redistribuição do sinal, quer como repetidor, quer como difusor de acesso à internet.

O PNBL também discute e incentiva o uso de serviços de comunicação multimídia (SCM) através de redes sem fio:

“Em função de sua relevância para o modelo de negócio de pequenos prestadores de serviços SCM, merecem menção específica as faixas de frequência não licenciadas, que são objeto do Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita, anexo à Resolução 365/2004 da Anatel. Estão amplamente disponíveis para a implementação de redes de acesso sem fio com tecnologia Wi-Fi (IEEE 802.11 a/ b/ g/ n), as faixas de frequência não licenciadas de 2.4 GHz e de 5 GHz. Apenas para a faixa de 2.4 GHz há alguns requisitos de licenciamento na implementação de redes de acesso em municípios com população superior a 500 mil habitantes.”(SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 86)

e para pequenas localidades baseado em redes sem fio:

“Uma alternativa para promover a cobertura nos municípios com menos de 100 mil habitantes e, por conseguinte, a competição, é incentivar a participação de atores que utilizem tecnologias sem fio para oferecer o acesso. Caso tais tecnologias permitam a oferta do acesso em banda larga a custos mais baixos, aumenta-se a atratividade do negócio para os atores privados, diminuindo a necessidade de intervenção do setor público. Isso é especialmente viável com a utilização de faixas do espectro de radiofrequências não licenciadas, como as utilizadas pelo padrão IEEE 802.11 a/ b/ g/ n (popularmente conhecida como Wi-Fi).”(SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 86)

O IEEE 802.11 é um conjunto de padrões de mercado para tecnologias de rede local sem fio (WLANs) compartilhadas.

Em 1997, o IEEE aprovou o padrão 802.11 para WLANs (redes locais sem fio) com especificações de taxa de transferência de dados de 1 a 2 megabits por segundo, na faixa de frequência de 2.4 GHz. Tais bandas não requerem uma concessão da ANATEL para operar, devido a ser utilizado o intervalo de frequências ISM (uso industrial, científico e médico).

O uso de redes *Wi-Fi*⁴ nas cidades tem uma possível desvantagem: essa tecnologia poder sofrer influência de outros dispositivos sem fio tentando transmitir sinais no mesmo canal, uma vez que também utilizarem bandas com frequência ISM, podendo gerar interferências na transmissão, tais como: forno de microondas, fones *handheld*, dispositivos de abertura de portas de garagem e dispositivos utilizando aplicações *Bluetooth*⁵ que transmitem nos padrões IEEE 802.11b e IEEE 802.11g. Uma alternativa é utilizar o padrão IEEE 802.11a que opera na frequência de 5 GHz. A desvantagem é que o padrão 802.11a é mais caro, tem menor alcance.

Em meados de março de 2005 foi proposto um novo padrão denominado 802.11s que será capaz de dar suporte a transmissão através de múltiplos saltos no nível de enlace para redes ad-hoc sem fio,

⁴Wi-Fi é uma marca registrada da Wi-Fi Alliance, que é utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios baseados no padrão IEEE 802.11

⁵especificação industrial para áreas de redes pessoais sem fio. Provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente não licenciada e segura, projetado para baixo consumo de energia com baixo alcance, dependendo da potência: 1 metro, 10 metros, 100 metros

oferecendo comunicação em grupo. Este padrão ainda está em ampla discussão (draft), entretanto a idéia é definir camadas físicas e de acesso ao meio para redes em malha de maneira a aumentar o alcance sem pontos de falha através da técnica de múltiplos saltos, conhecido como redes *mesh*.

Existiam duas propostas que se destacavam pelo peso de seus integrantes: A Wi-Mesh Alliance que liderada pela Nortel inclui Philips, Thomson e Swisscom Innovations; e a SEEMesh (*Simple, Efficient and Extensible Mesh*) que inclui Intel, Nokia, Motorola, Cisco, e Texas Instruments, mas que recentemente se juntaram para discutir o padrão.

Os padrões IEEE 802.11 especificam dois modos operacionais: modo de infra-estrutura e modo Ad hoc.

O modo de infra-estrutura é usado para conectar os computadores que têm adaptadores de rede sem fio, a uma rede com fio existente. Um nó de rede conhecido como ponto de acesso (PA) sem fio é usado para conectar as redes com e sem fios. Mesmo dois nós estando localizados a uma distância mínima um do outro, a transmissão entre ambos sempre se dará através do ponto de acesso.

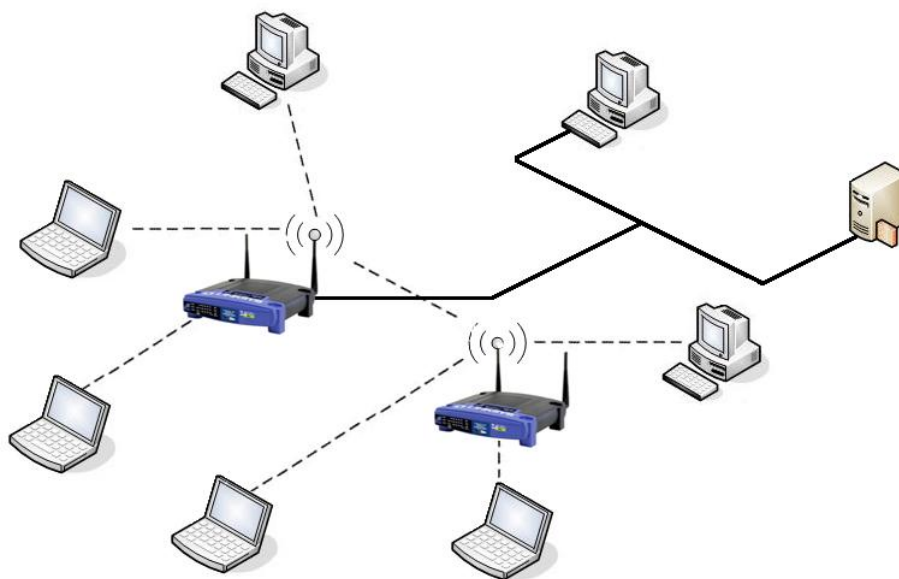


Figura 3.10: Topologia de rede em modo infra-estrutura

O modo Ad hoc é usado para conectar clientes sem fio diretamente, sem a necessidade de um ponto de acesso ou uma conexão a uma rede com fio existente. Ora um nó pode atuar como sendo um transmissor, ora como um receptor, ora como um roteador. As redes Ad hoc têm uso limitado devido ao pouco incentivo de seus participantes no compartilhamento de recursos, especialmente quando são escassos (por exemplo, a energia disponível em um laptop).

A desvantagem do modo Ad hoc é que os clientes não repetem o tráfego destinado a outros clientes. Dois clientes A e C podem não estar ao alcance um do outro, mas podem comunicar-se desde que ambos estejam ao alcance do *access point* (adaptadores de redes sem fio).

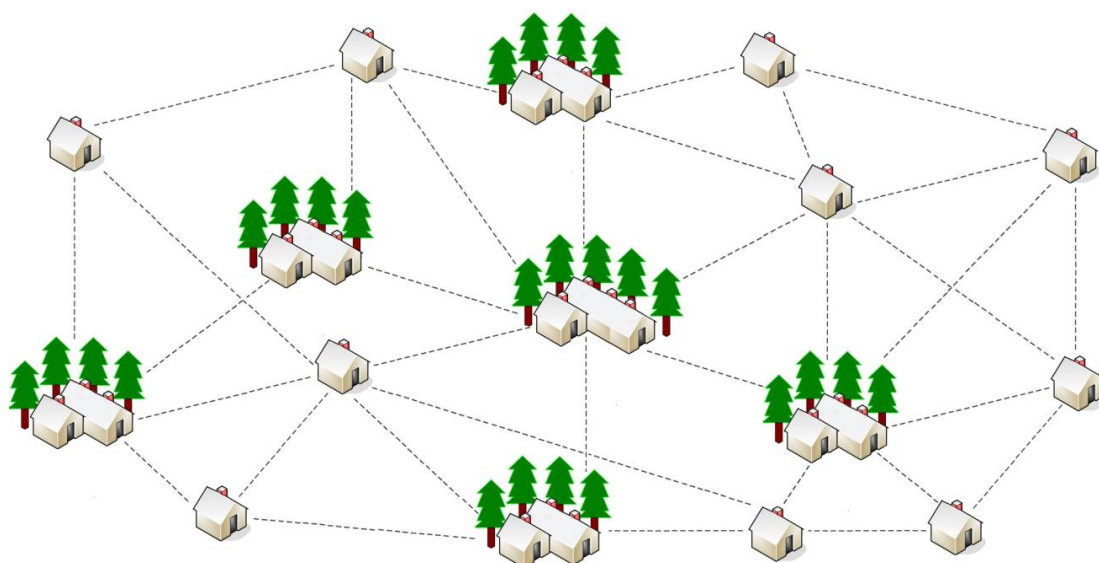


Figura 3.11: Topologia de rede em modo Ad hoc

Como padrão, nós Ad hoc não repetem dados, mas eles podem fazê-lo se aplicarmos roteamento. As redes mesh são baseadas na estratégia de que cada nó em modo mesh atua como um repetidor para estender a cobertura da rede *wireless*. Quanto mais nós, melhor a cobertura de rádio e maior o alcance da nuvem *mesh*.

Redes *mesh* são redes em malha sem fio auto-configuráveis e de crescimento orgânico, constituídas por nós cuja comunicação, no nível físico, é feita através de variantes dos padrões IEEE 802.11 e 802.16, e cujo roteamento é dinâmico. Recentemente vêm sendo consideradas para a criação de infra-estrutura de baixo custo para a construção de redes de acesso comunitárias e de cidades digitais. Neste contexto, é grande o interesse em suportar aplicações multimídia como telefonia IP móvel e aplicações cooperativas.

As redes em malha invertem o paradigma de usar uma rede cabeada para a espinha dorsal (backbone) da rede, e acesso sem fio na última milha. O *backbone*⁶ de uma rede em malha é sem fio, o acesso dos nós clientes pode ser com ou sem fio. Como os nós do *backbone* deste tipo de rede tem localização fixa, estes podem facilmente ser alimentados, não possuindo, desta forma, limitação de energia, eliminando, por conseguinte, muitas das restrições das redes Ad hoc.

Há, porém, um considerável ponto negativo no uso das redes em malha: caso o dispositivo utilize apenas uma interface de rádio, a capacidade de banda é significativamente reduzida a cada vez que o tráfego é repetido por nós intermediários no caminho entre A e B.

Se uma rede Ad hoc consiste de apenas alguns poucos nós que estão constantemente ligados, não se deslocam e tem sempre links estáveis de rádio pode-se configurar tabelas de roteamento para cada nó, manualmente.

⁶espinha dorsal - designa o esquema de ligações centrais de um sistema mais amplo, tipicamente de elevado desempenho.



Figura 3.12: Topologia de uma rede em malha

Infelizmente, essas condições raramente existem no mundo real. Nós podem falhar, dispositivos com *Wi-Fi* circulam por todos os lados e a interferência pode derrubar links de rádio a qualquer momento.

Através do uso de protocolos de roteamento que, automaticamente, mantêm tabelas de roteamento individuais em cada nó envolvido, podemos evitar estes problemas. Porém, protocolos populares de roteamento do mundo cabeado (como o OSPF) não funcionam bem neste ambiente porque não são projetados para lidar com conexões intermitentes ou topologias que mudam rapidamente.

Como em redes cabeadas, há três tipos de protocolos de roteamento: os pró-ativos, os reativos e os híbridos. Citamos um exemplo de cada tipo, capaz de operar em redes *mesh*.

Os protocolos pró-ativos são aqueles cujas tabelas de roteamento são constantemente atualizadas detendo toda a topologia de rede. Algoritmos associados verificam e calculam o melhor caminho. Assim, temos sempre a declaração da rota tomada, porém perde-se em capacidade de processamento e uma porção considerável de banda é ocupada pela troca das mensagens de rotas.

Como em redes mesh se usa manter o backbone ou gateways fixos, o envio de pacotes de controle não é tão constante e, portanto, os protocolos pró-ativos são bastante eficientes. Um exemplo deste caso é o protocolo OLSR - *Optimized Link State Routing*.

Os protocolos reativos, só enviam informações sobre a topologia quando se deseja enviar um pacote de dados para um destino. Assim a rota só é descoberta sob demanda, ou seja, quando um dispositivo tiver um dado a enviar para outro. O envio de informações é feita continuamente até receber uma resposta do destinatário, e quando a rota é descoberta, o pacote é então enviado. Em redes de baixa largura de

banda, este tipo de protocolo é muito importante, pois possui a vantagem de diminuir o tráfego de pacotes de controle aumentando a capacidade de transmissão de dados (diminui o *overhead*⁷). Porém, ao enviar um dado para um determinado nó que o roteador “não conhece” a rota, tem-se um retardo maior. Um exemplo de protocolo reativo é o AODV - *Ad hoc On-Demand Distance Vector*.

Existem ainda os protocolos Híbridos, que combinam as características dos protocolos pró-ativos e reativos. Um exemplo de protocolo híbrido é o ZRP - *Zone Routing Protocol*. Esses protocolos são adequados para redes Ad hoc com muitos nós, porque se pode estabelecer uma zona onde se tem um conhecimento parcial da topologia da rede e, caso necessite enviar alguma informação para um nó mais distante, este protocolo atuará como um protocolo sob demanda.

Ainda não se desenvolveu um protocolo especialmente para redes *mesh*. Tem-se então, como protocolo mais utilizado, o OLSR que é padronizado pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*) através do RFC⁸ 3626

Trata-se de um protocolo pró-ativo, ou seja, possui uma tabela de roteamento ativa e constantemente atualizada.

Ele é um projeto de código aberto com suporte a Mac OS X, Windows 98, 2000, XP, Vista, Linux, FreeBSD, OpenBSD e NetBSD.

OLSR está disponível para *access points* que usam (ou podem usar) o Linux e pode trabalhar com múltiplas interfaces, suporta o protocolo IPv6 e é ativamente desenvolvido e usado em redes comunitárias em todo o mundo.

Há muitas implementações do *Optimized Link State Routing*, que começou como uma tese de mestrado de Andréas Toennesen na UniK University. Com base na experiência prática de redes comunitárias livres, o serviço de roteamento foi modificado.

O OLSR tem todos os seus pacotes de controle enviados sobre UDP utilizando a porta de número 698.

Depois que o OLSR está em execução por algum tempo, um nó sabe da existência de todos os outros nós da nuvem *mesh* e quais podem ser usados para rotear tráfego para eles. Cada nó mantém uma tabela de roteamento cobrindo toda a rede.

Em Berlim, a comunidade *Freifunk* opera uma nuvem *mesh* onde o OLSR tem que gerenciar mais de 100 interfaces. A média de carga de CPU, causada pelo OLSR em um Linksys WRT54G, rodando a 200 MHz, é de 30% na rede *mesh* de Berlim.

Um nó rodando OLSR está, constantemente, enviando mensagem de broadcast ‘Hello’ (Olá) em

⁷processamento ou armazenamento em excesso, seja de tempo de computação, de memória, de largura de banda ou qualquer outro recurso que seja requerido para ser utilizado ou gasto para executar uma determinada tarefa

⁸é um acrônimo para o inglês *Request for Comments*, é um documento que descreve os padrões de cada protocolo da Internet previamente a serem considerados um padrão.

intervalos de tempo determinados, de forma que os vizinhos possam detectar sua presença. Cada nó faz a estatística de quantos 'Hellos' foram perdidos ou recebidos de cada vizinho, obtendo, desta maneira, informações sobre a topologia e qualidade do link para os nós da vizinhança.

A informação obtida sobre a topologia é transmitida como mensagens de controle de topologia (*Topology Control, ou TC messages*) e encaminhada pelos vizinhos que o OLSR escolheu para serem retransmissores multiponto.

O conceito de retransmissores multiponto (*multipoint relays*) é uma idéia nova em roteamento proativo que surgiu com o projeto do OLSR. Se cada nó retransmite a informação de topologia que recebeu, uma sobrecarga desnecessária é gerada. Tais transmissões são redundantes se um nó tem muitos vizinhos. Assim, um nó OLSR decide quais vizinhos, que são retransmissores multiponto favoráveis, irão encaminhar as mensagens de controle de topologia. Note que os retransmissores multiponto são escolhidos para o propósito de encaminhamento de mensagens TC. A carga de trabalho é roteada considerando todos os nós disponíveis.

Cada nó da rede, chamado de nó seletor, deve selecionar um conjunto de nós para atuarem como MPR (*Multipoint Relays*). O processo de seleção de nós MPR deve se preocupar em escolher um conjunto de MPRs que possam cobrir todos os seus vizinhos de 2 saltos, com isto ele assegura que nenhum nó irá deixar de receber os pacotes.

Apenas os nós MPR irão repassar os pacotes.

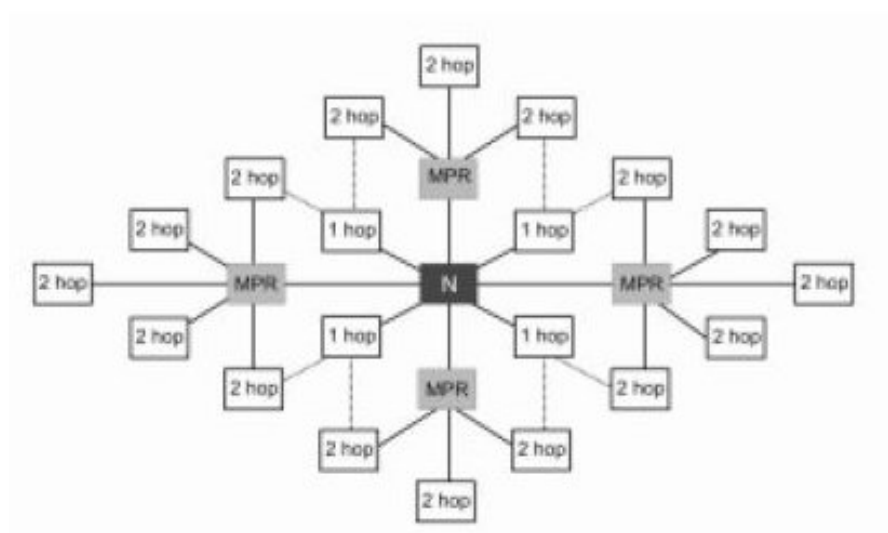


Figura 3.13: Exemplo de escolha de MPRs

O OLSR usa um formato de pacote único para transportar todos os tipos de mensagens:

Dentro do cabeçalho do pacote há a informação do tamanho do pacote (em *bytes*) e o número de

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Tamanho do pacote																Número de Sequência do pacote															
Tipo								Vtime								Tamanho da mensagem															
Endereço de Origem																															
TTL								Contador de saltos								Número de Sequência da mensagem															
Mensagem																															
Tipo								Vtime								Tamanho da mensagem															
Endereço de Origem																															
TTL								Contador de saltos								Número de Sequência da mensagem															
Mensagem																															

Figura 3.14: Formato do Pacote OLSR

seqüência do mesmo (que é incrementado sempre que um novo pacote é transmitido).

Este número serve para identificar o quão recente é o pacote e evita que haja a retransmissão de um mesmo pacote mais de uma vez.

O campo Tipo indica que tipo de mensagem está sendo anexada (*hello* ou TC).

O Vtime indica por quanto tempo a informação contida nesta mensagem deve ser considerada como válida nos repositórios.

O próximo campo diz o tamanho desta mensagem.

O Endereço de Origem representa o endereço do nó que criou a mensagem.

O TTL indica o número de saltos que a mensagem pode dar até ser descartada. O contador de saltos é incrementado a cada retransmissão.

O número de seqüência da mensagem serve para o nó receptor verificar se a mensagem é atualizada.

O campo mensagem aloca a mensagem de *hello* ou TC.

Cada mensagem possui seu formato próprio.

Mensagem hello

As mensagens *hello* são usadas para disseminar informações locais sobre a condição dos enlaces, presença de vizinhos e sinalização para os MPRs.

Como elas são enviadas periodicamente aos vizinhos de um salto (TTL igual a 1), não é necessário nenhum mecanismo de retransmissão da mensagem.

As informações oriundas do *hello* irão povoar os repositórios correspondentes ao enlaces ativos do nó, vizinhos de um ou dois saltos, MPRs e seletores.

Através das informações armazenadas nestes repositórios os nós são capazes de selecionar e geren-

ciar corretamente seu conjunto de nós MPRs.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																
Reservado																Htime								Willingness																																							
Link Code								Reservado								Tamanho da mensagem de link																																															
Endereço do vizinho																																																															
Endereço do vizinho																																																															
Link Code								Reservado								Tamanho da mensagem de link																																															
Endereço do vizinho																																																															
Endereço do vizinho																																																															

Figura 3.15: Formato da mensagem hello

O campo Htime especifica o intervalo de emissão da mensagem de *hello*.

O *Willingness* representa a disponibilidade do nó para o repasse de dados, se o *Willingness* estiver marcado como *NEVER*, o nó não será capaz de retransmitir pacotes.

Caso esteja marcado como *ALWAYS*, ele sempre poderá repassar, e assim terá grande potencial de ser escolhido como MPR.

Para cada conjunto de vizinhos um cabeçalho é acrescentado com os campos *Link Code* e o tamanho desta mensagem.

O Link Code é dividido ainda em dois outros campos: Tipo de Enlace e Tipo de Vizinho.

Os Tipos de Enlace são classificados como:

UNSPEC LINK indica que nenhuma informação sobre os enlaces é dada.

ASYM LINK indica que os enlaces para os vizinhos listados são simétricos.

SYM LINK indica que os enlaces para os vizinhos listados são assimétricos.

LOST LINK indica que os enlaces para os vizinhos listados foram perdidos.

Os Tipos de Vizinhos são os seguintes:

SYM NEIGH indica que os vizinhos listados possuem um enlace simétrico com este nó.

MPR NEIGH indica que os vizinhos listados possuem um enlace simétrico com este nó e foram selecionados como MPR pelo emissor.

NOT NEIGH indica que os nós não são mais vizinhos ou que os enlaces até eles são assimétricos.

Através das mensagens hello, as características dos enlaces e a detecção de vizinhança, dão uma noção de como cada nó pode se comunicar com seus vizinhos.

Mensagem TC

As mensagens TC lançam mão de algumas dessas informações armazenadas nos repositórios que servem como base para a disseminação de informações topológicas por toda a rede e que serão usadas na construção das rotas.

Como apenas os nós MPR repassam dados numa rede OLSR, para os nós obterem informações suficientes sobre o posicionamento de cada nó na rede, os nós MPR devem disseminar a lista de seus nós seletores através das mensagens TC.

Os pacotes de controle são transmitidos com informações parciais de estado de enlace, tendo assim seus tamanhos diminuídos.

Desta forma, a quantidade total de *bytes* de controle trafegando através da rede pode ser significativamente reduzida.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ANSN																Reservado															
Anúncio do nó seletor																															
Anúncio do nó seletor																															
Anúncio do nó seletor																															

Figura 3.16: Formato da mensagem TC

O campo ANSN é o número de sequência associado ao anúncio dos nós seletores.

Com ele, o nó receptor saberá se a mensagem é recente e deve ser considerada ou não.

Com estas informações, cada nó se torna capaz de calcular as rotas localmente através do algoritmo de Dijkstra⁹ de forma otimizada, já que os MPRs, são os nós que possuem funções de roteamento mais completas na rede, são os únicos nós a solicitarem o início do *broadcast* na rede e também são os únicos a retransmitirem pacotes *broadcast* usados nos processos de *flooding*, além disso, ao se definir alguns MPRs se diminuem a quantidade de pacotes de controle na rede e essa técnica reduz o *overhead*, apresentando uma grande melhora em eficiência frente aos protocolos clássicos de estado de enlace. E quanto maior e mais densa for a rede, maior será a eficiência deste protocolo comparada aos outros.

Há outros dois tipos de mensagens no OLSR que anunciam informação: quando um nó oferece um *gateway*¹⁰ para outras redes (mensagens HNA) ou quando o mesmo possui múltiplas interfaces (mensagens MID). Não há muito a dizer sobre estas mensagens, a não ser que elas existem. Mensagens HNA tornam o OLSR bastante conveniente quando é feita a conexão com a Internet através de um dispositivo móvel. Quando um nó *mesh* é movido de um lado a outro, ele irá detectar *gateways* para outras redes,

⁹O algoritmo de Dijkstra é o mais famoso dos algoritmos para cálculo de caminho de custo mínimo entre vértices de um grafo e, na prática, o mais empregado.

¹⁰porta de ligação, é uma máquina intermediária geralmente destinada a interligar redes, separar domínios de colisão, ou mesmo traduzir protocolos

escolhendo aquele para o qual existe a melhor rota.

Entretanto, o OLSR não é infalível. Se um nó anuncia que é um *gateway* para a Internet - o que ele não é, seja porque nunca foi ou porque está desconectado no momento - os demais nós acreditarão nesta informação. Este *pseudo-gateway* é um buraco negro.

Para contornar este problema, um plugin para *gateway* dinâmico foi escrito. Este *plugin*¹¹ irá automaticamente detectar, no *gateway*, se ele está realmente conectado e se o link ainda está ativo. Caso contrário, o OLSR suspende o envio de falsas mensagens HNA. É altamente recomendável instalar e utilizar este *plugin*, ao invés de habilitar estaticamente mensagens HNA.

O OLSR implementa roteamento baseado em IP em uma aplicação no espaço do usuário. A instalação é relativamente fácil e encontra-se disponível em <http://www.olsr.org>.

No cenário nacional, podemos citar o projeto ReMesh da Universidade Federal Fluminense (UFF), sendo desenvolvido atualmente com parcerias da RNP, UFPA, UTFPR e PUC-PR. O projeto ReMesh possui como proposta a implantação de uma rede de acesso do tipo mesh para usuários universitários que residem nas proximidades de suas universidades. Foi desenvolvido o *firmware* de um roteador textitmesh sem fio baseado numa implementação compacta do Linux, chamada OpenWRT (<http://OpenWRT.org>). O projeto utiliza uma extensão do protocolo de roteamento OLSR, chamada OLSR-ML, e pretende utilizar o protocolo MOLSR para oferecer comunicação em grupo em seus roteadores *mesh*.

Não é recomendado (e também não é prático) usar *DHCP*¹² em uma rede *mesh* baseada em IP.

Um pedido de DHCP não será respondido por um servidor DHCP se o solicitante precisar passar por vários saltos para chegar até ele, e aplicar a retransmissão de DHCP através de uma rede *mesh* é virtualmente impraticável.

Esta questão poderá ser resolvida com o uso de IPv6¹³, uma vez que ele permite espaço suficiente para a geração de endereços IP únicos a partir do endereço MAC de cada interface envolvida (como sugerido em "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration in large mobile ad hoc networks" de K. Weniger e M. Zitterbart, 2002).

A tecnologia de redes *mesh* é ideal para a construção de redes de acesso comunitárias permitindo o acesso à Internet para aqueles que não possuem condições de arcar com os altos custos de uma conexão faixa larga tradicional do tipo xDSL ou cabo, como mencionam Abelém, Albuquerque, Saade, Duarte, Fonseca e Magalhães no estudo sobre redes em malha: Mobilidade, Qualidade de Serviço e Comunicação em Grupo:

“Redes mesh tem um grande potencial para atender campi de universidades

¹¹ é um programa de computador usado para adicionar funções a outros programas maiores, provendo alguma funcionalidade especial ou muito específica

¹² *Dynamic Host Configuration Protocol*, é um protocolo de serviço TCP/IP que oferece configuração dinâmica de terminais, com concessão de endereços IP de host e outros parâmetros de configuração para clientes de rede

¹³ esforço do IETF - RFC 2460 - para criar a nova geração do IP

e centros de pesquisa ao redor do mundo como redes de acesso ao campus por usuários residentes nas suas proximidades. Exemplos de projeto piloto de redes de acesso sem fio do tipo mesh são o ReMesh em Niterói/RJ [ReMesh 2007] , RoofNet no MIT [Aguayo et al 2004], Google Mesh na Califórnia [Google 2007], VMesh na Grécia [Tsarmpopoulos 2005], MeshNet na UCSB [Ho et al 2004], Microsoft Mesh [Draves et al 2004], entre outros e, além da implantação de redes de acesso à Internet próximas a universidades e escolas, há a possibilidade da construção de cidades digitais, oferecendo infra-estrutura de comunicação sem fio em ambiente metropolitano a todos os cidadãos, o que já sendo realizado em cidades, como por exemplo, Dublin, Taipei, Pittsburgh e Filadélfia.

O crescente interesse em torno de aplicações multimídia em redes mesh traz consigo desafios próprios que tornam a provisão de qualidade de serviço (QoS) e comunicação em grupo (multicasting) uma tarefa mais complexa. Tal complexidade é resultado, dentre outros fatores, da própria mobilidade das estações, que implica na necessidade do gerenciamento de suas localizações; das limitações do ambiente e dos dispositivos envolvidos, como por exemplo, a qualidade da transmissão no meio sem fio; dos recursos escassos de largura de banda; da grande variabilidade da qualidade do enlace; das limitações dos componentes de hardware, etc.”

O projeto OLPC (*One Laptop per Child*), sendo desenvolvido pelo MIT, que desenvolve um laptop de baixo custo voltado para crianças já está implementando a proposta atual do IEEE 802.11s em sua interface de rede. A transmissão usando redes *mesh* nos laptops OLPC já está operacional e a comunicação em grupo está em fase de implementação.

No Brasil, a UFF - Universidade Federal Fluminense - coordena os testes de conectividade dos laptops OLPC no projeto RUCA - Rede do Projeto Um Computador por Aluno.

Enquanto o novo padrão para redes *mesh* ainda está sendo especificado, grupos de pesquisa nas várias universidades ao redor do mundo realizam pesquisas sobre comunicação em grupo em redes *mesh*.

Pelo fato de não existir um padrão único para a construção de redes *mesh* e sim várias opções incluindo soluções acadêmicas e comerciais, são inúmeras as propostas encontradas na literatura tentando solucionar questões cruciais para o amplo uso de redes em malha principalmente no tangente a aplicações multimídia, tais como voz sobre IP e videoconferência, que exigem que a infra-estrutura de rede forneça tratamento diferenciado a fluxos de mídia contínua (voz e vídeo) e também permita a comunicação entre grupos de usuários evitando o desperdício de recursos disponíveis na rede.

Mesmo após a especificação do futuro padrão IEEE 802.11s que permitirá a transmissão em múltiplos saltos no nível de enlace, resolvendo os problemas de mobilidade e comunicação em grupo, as soluções propostas no nível de rede continuarão sendo investigadas, pois são necessárias para permitir o uso de equipamentos já existentes nas redes *mesh* atuais e futuras.

4 *Aplicando*

*A razão dá argumentos de sobra. Mas só a emoção
para nos envolver em causas essenciais.*

Amália Safatle

4.1 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Panorama Atual

A simpática e hospitaleira cidade de São Bonifácio, que teve os índios como primeiros moradores e, a partir de 1864 foi colonizada por alemães, localiza-se no Parque da Serra do Tabuleiro, a aproximadamente 70km de Florianópolis, é famosa pelas belas paisagens, com inúmeras cachoeiras, em função do relevo que a cerca. Relevo este, fator bastante complicante para propagação de sinais.



Figura 4.1: São Bonifácio - vista panorâmica - Sede

Encontra-se a uma latitude 27°54'05''sul e a uma longitude 48°55'45''oeste, estando a uma altitude

de 410 metros. Sua população estimada em 2007 era de 3 218 habitantes. Possui uma área de 452,48 km².

Em função do número de habitantes, das atividades desempenhadas no município e por ser cercada pelas belas pastagens e plantações é considerado um município da zona rural.

Atualmente, São Bonifácio está caracterizado muito claramente no PNBL, no tangente a infraestrutura de telecomunicações:

municípios menores, as redes estão chegando por meio do estabelecimento de metas de universalização; e áreas remotas e de fronteira, cujo atendimento só se viabiliza por meio de programas públicos. (SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 12)

Atualmente, somente cerca de 2% dos domicílios rurais possuem acesso a Internet em banda larga, segundo a pesquisa TIC Domicílios de 2008. Um dos grandes desafios para ampliar o acesso a esses serviços aos domicílios rurais é a viabilização de sua oferta em regiões de baixa densidade populacional e com uma população predominantemente de baixa renda. De acordo com as análises realizadas neste PNBL, fazendo uso das tecnologias existentes, os domicílios rurais sem acesso em banda larga fazem parte do gap de acesso, ou seja, somente por meio de subsídios a prestação do serviço se tornará viável nessas áreas. (SOUTO; CAVALCANTI; MARTINS, 2010, p. 114)

Em duas oportunidades foram feitas visitas à localidade. Na primeira delas (31/05/2010) foi feito o reconhecimento da situação topográfica e dos recursos e necessidades existentes, quando foi possível pontuar que somente o centro da cidade encontra-se atualmente atendido por tecnologias de acesso banda larga, o que representa uma cobertura inferior a 5% da população e da área do município. Sendo eles:

Recursos via satélite (projeto GESAC)

Encontra-se aprovada a instalação de um acesso do projeto GESAC a ser instalado em um ambiente telecentro que está em construção na localidade, dotado de 25 computadores, atualmente estocados.

Na verdade o recurso, que chega até a localidade e que será utilizado é uma porta ADSL, que se conectará a um centro maior, para transmissão de dados via satélite, não existindo, portanto, recursos satélite previstos para serem diretamente instalados em São Bonifácio¹

Telefonia Móvel

A localidade de São Bonifácio dispõe de uma Estação Rádio Base (3944131) fornecida pela Operadora Claro S.A. que opera somente o serviço 2G (trafegando dados por este padrão) e obedecendo rigorosamente a determinação de localidade de atendimento obrigatório, estabelecido pela ANATEL, o que incorre no atendimento das condições mínimas e com tecnologia 2G, de forma obrigatória e com área de cobertura de cerca de 80% (oitenta por cento) da área urbana do Distrito Sede do município. atendido pelo Serviço Móvel Pessoal.

¹ dados obtidos do Projeto GESAC junto a Oi Telecomunicações

Dados da Entidade					
Número/Nome:		3944131 - CLARO S.A.			
CNPJ/CPF:		40432544000147	Número FISTEL:		50404231870
Serviço:		010 - SERVIÇO MOVEL PESSOAL	Qtde. Estações:		1
Lista de Estação(ões) por Localidade					
Estação	Nome	UF	Município		
690867069	scsbf01	SC	São Bonifácio		
Bairro	Logradouro	Latitude	Longitude	Data Cadastro	Data 1ª Lic.
CENTRO	RUA 29 DE DEZEMBRO - nº S/N	27S535900	48W554900	23/10/2008	26/11/2008
Última Licença					
24/06/2009					

Figura 4.2: Descrição atendimento telefonia móvel em São Bonifácio

Adsl

Encontram-se instalados na central telefônica de São Bonifácio, de detenção da operadora Oi Telecom, dois dslams - um deles baseado na tecnologia ATM - fabricante Huawei - com 32 portas, que existe em razão de última milha para conexões especiais de interligação para o Fundo de Melhoria da Segurança Pública e público em geral; E outro, de fabricação Siemens, baseado em tecnologia Ethernet, que atende a localidade com ADSL2+, com 72 portas.

Como o ADSL oferece restrição quanto a distância de alcance para atendimento com banda larga, somente o centro da cidade pode fazer uso do serviço.

O acesso da Escola Estadual São Tarcísio, utilizado nos testes da VlanMobil, cujos dados encontram-se explicitados na continuidade deste trabalho, conecta-se a este segundo dslam.

Rede sem fio

Existem dois provedores de acesso sem fio na localidade, mas com alcance muito restrito, em função dos interesses comerciais.

Um provedor no centro, onde os recursos ADSL já suprem as necessidades e um provedor da cidade vizinha que, em algumas poucas regiões limítrofes do município, distribui o sinal.

Impacto social da falta de capilaridade da banda larga

A falta de acessos devidamente distribuídos no território do município, entre outras dificuldades, traz problemas sociais de médio/longo prazo, em especial: a migração da população. Por falta de alternativas de acesso a informação, educação e trabalho, os jovens não se têm fixado no local, a população decresce

e sua cultura e potencial de expansão encontram-se atrofiados.

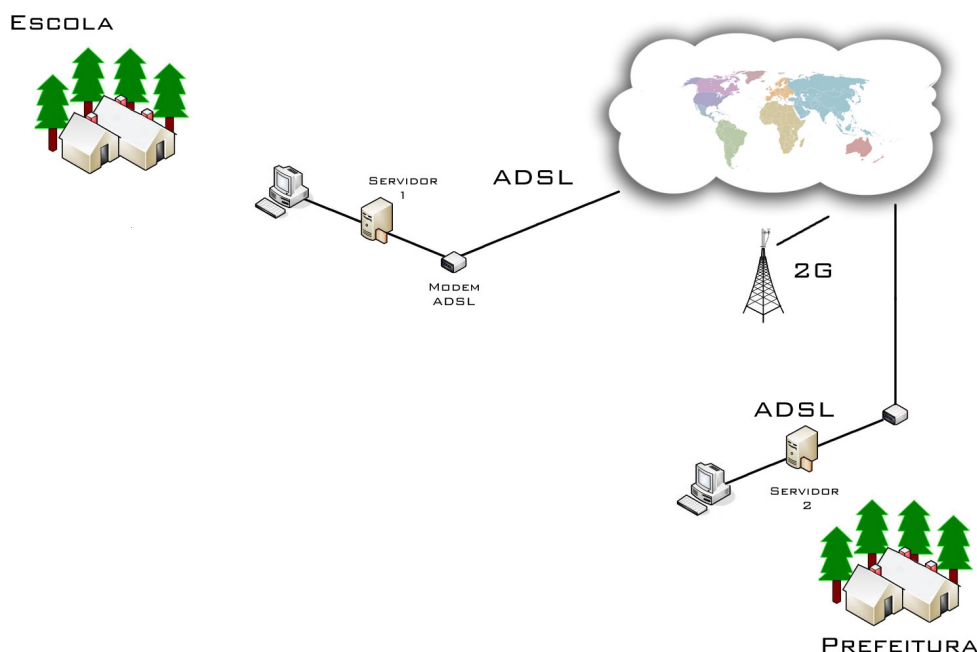


Figura 4.3: Atendimento Banda Larga em São Bonifácio

No curto prazo, a falta de capilaridade da rede é motivo de dificuldade para que os professores e demais profissionais do município possam usufruir de cursos de reciclagem, especialização e outros que sejam oferecidos à distância. Sem acesso à internet, os estudantes da localidade retardam seu processo de inserção no meio digital, não tem a oportunidade de usufruir de ferramentas de busca e informações que a internet pode aproximar e, em casos ainda mais diretos, dada a condição das estradas e distâncias que os estudantes precisam percorrer, inúmeras vezes, por conta de chuvas, as crianças não podem chegar a escola e ficam sem aulas.

Além da Escola Estadual São Tarcísio, que se localiza no centro da cidade, são mais 4 escolas municipais que hoje não dispõe nem mesmo de telefone²:

- Escola Municipal de Santo Antônio com 24 alunos e 5 funcionários
- Escola Municipal de Santa Maria com 33 alunos e 4 funcionários
- Escola Municipal do Rio Sete com 32 alunos e 5 funcionários
- Escola Municipal do Rio do Poncho com 51 alunos e 6 funcionários

A partir da criação de uma rede local que pudesse abranger todo o município e saída para a internet, os professores poderiam minimizar os efeitos da perda de tais aulas, fornecendo atividades, exercícios e apoio necessário para a absorção do conteúdo pelos alunos.

²Dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação

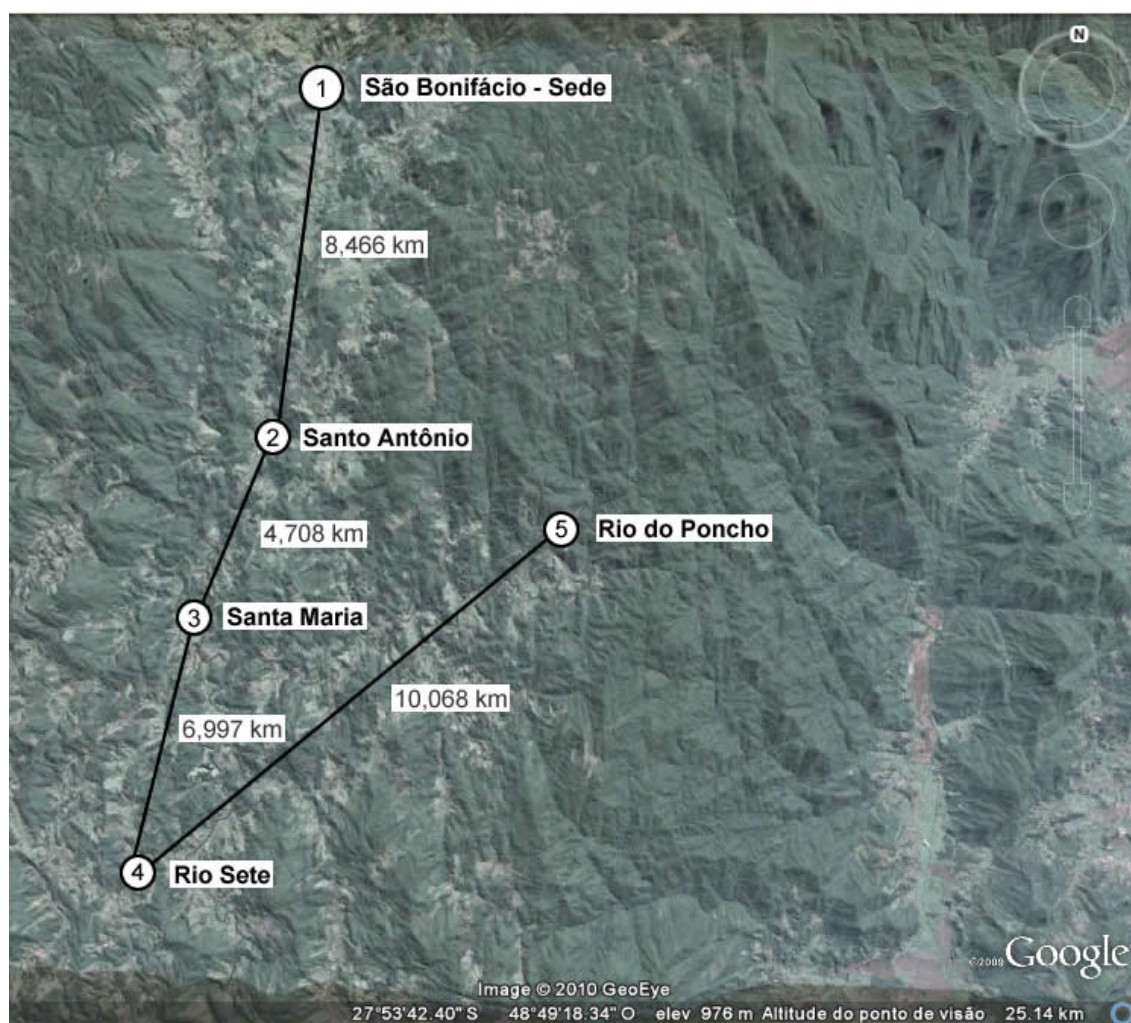


Figura 4.4: Distribuição geográfica das escolas em São Bonifácio

Além disso, o projeto UCA (Um Computador por Aluno) pode vir a ser implantado e utilizado com total sucesso na inclusão digital dos alunos do município e suas famílias.

Com a disponibilização dos recursos de acesso, a sensibilização do poder público local, muito receptivo tanto em entender a Proposta VlanMobil, quanto em encontrar a melhor solução para levar tais recursos a população e as atribuições conferidas ao Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações, vislumbrou-se que, seguindo devidamente as orientações e normas da ANATEL e do PNBL e usando a VlanMobil como vetor de testes, seria possível encontrar uma solução a ser implantada no município.

4.2 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Testes

Teste 1 - Reconhecimento da geografia local e teste com recursos existentes



Figura 4.5: São Bonifácio - vista panorâmica - Arredores da Sede

O relevo da localidade é extremamente acidentado, formado por material rochoso, formando vales fechados, de encostas abruptas.

Relevo este bastante complexo no tangente a transmissão de sinais, porém, ainda pior na questão da passagem de dutos para cabeamento, como pode ser observado na imagem acima.

Em função do relevo e da dispersão da população na extensão territorial do município, formando

pequenas comunidades isoladas nos vales, se entendeu que a utilização de uma rede sem fio em malha, tornar-se-ia bastante viável.

Os testes, conforme descritos na sequência, levaram em consideração os recursos de banda larga existentes na sede - Escola Estadual São Tarcísio, tendo por objetivo efetivar o uso de redes *mesh* estendendo os recursos de acesso até as escolas municipais de onde, se poderia inclusive atender as pequenas comunidades que as cercam.

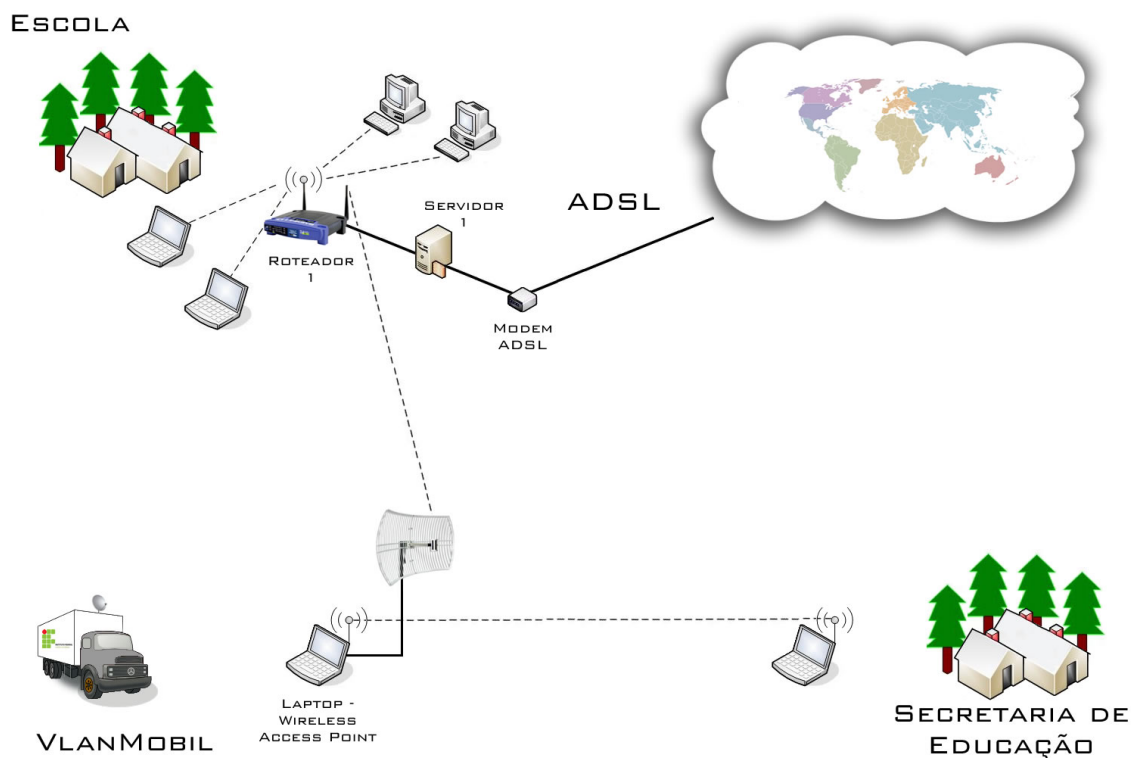
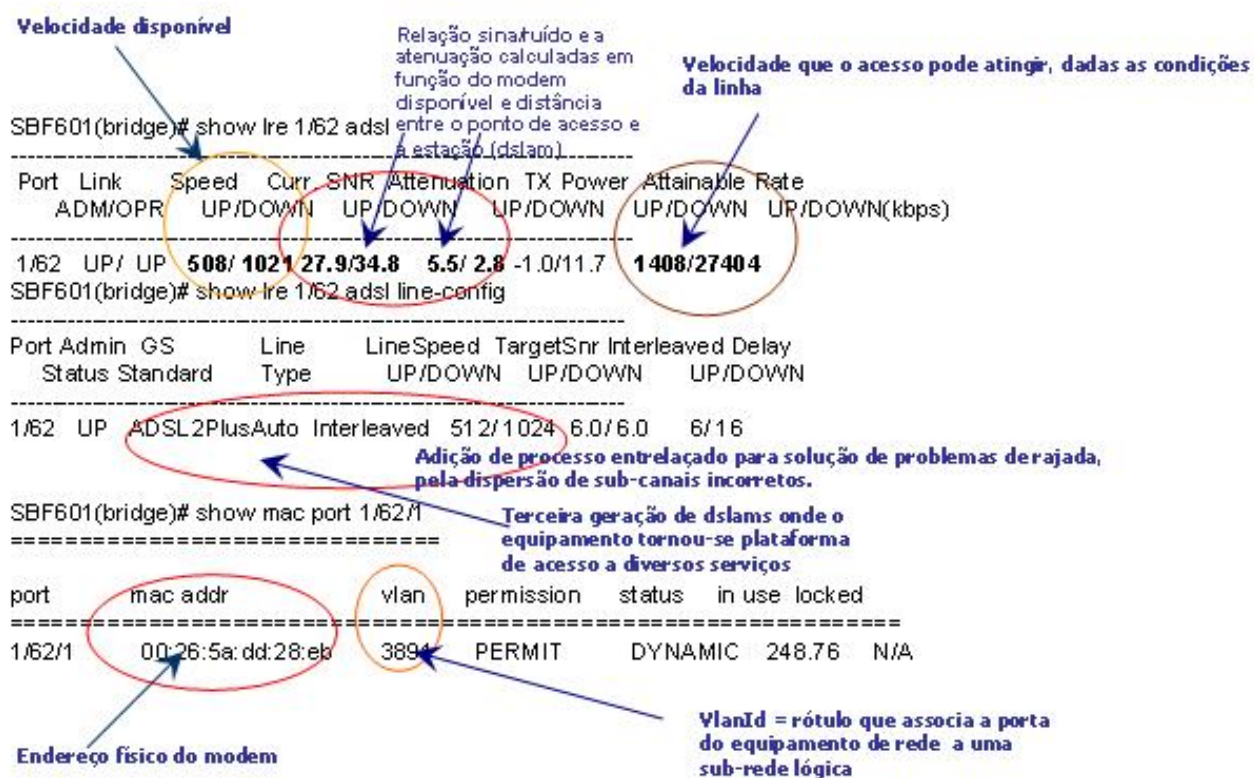


Figura 4.6: São Bonifácio - Cenário - Teste 1

Neste primeiro teste, se buscou a construção de enlace ponto-a-ponto, a partir do gateway de saída para a internet e a confirmação do funcionamento das ferramentas disponíveis para uso de redes em malha.

Gateway de saída

Figura 4.7: Parâmetros *gateway* de saída ADSL

Pelo tipo de serviço contratado e pelo rótulo da vlan que consta na porta, o acesso ainda dispõe de ip válido e fixo, podendo então servir como provedor de autenticação de serviços.

De forma a tornar o acesso um *gateway mesh*, ao modem ADSL2 existente no ambiente da escola, foi conectado um roteador de banda larga *wireless* Cisco Linksys WRT54G.

No roteador de banda larga *wireless* instalado o *firmware* DD-WRT³, baseado em Linux, para que houvesse suporte ao protocolo OLSR, oferecendo o roteamento dinâmico requerido em uma rede *mesh*.

Outras funcionalidades que não estão incluídas normalmente no roteador (restrição de acesso, monitoramento de banda, qualidade de serviço, protocolo de gerenciamento, serviços baseados em IPv6 entre outros), são servidas pela modificação do *firmware* original.

³Veja a configuração DD-WRT no anexo E

dd-wrt.com ... control panel

Setup **Wireless** Services Security Access Restrictions NAT / QoS Administration

Basic Settings Radius Wireless Security MAC Filter Advanced Settings WDS

Wireless Physical Interface wlo

Physical Interface wlo - SSID [olsr] HWAddr [00:1D:7E:E6:6D:00]

Wireless Mode: Adhoc

Wireless Network Mode: Mixed

Wireless Network Name (SSID): olsr

Wireless Channel: 1 - 2.412 GHz

Wireless SSID Broadcast: ☒ Enable ☐ Disable

Sensitivity Range (ACK Timing): 10000 (Default: 2000 meters)

Network Configuration: ☒ Unbridged ☐ Bridged

Multicast forwarding: ☐ Enable ☒ Disable

IP Address: 10.0.0.1

Subnet Mask: 255.255.255.0

Figura 4.8: Parâmetros roteador de banda larga sem fio

Nós Mesh

O primeiro nó de acesso, um *notebook*, foi dotado de uma placa *PCMCIA WiFi* com suporte a norma 802.11b e conexão para uma antena parábola de grade *wireless* direcional 20dbi para 2.4 GHz, com potência de transmissão da ordem de 20dbm ou 100mW e sensibilidade de 86 dbm, de forma a se obter maior alcance do sinal, uma vez que o roteador de banda larga sem fio tem alcance não superior a 100m.

Além disso, foi instalado o programa OLSR Switch⁴ para a utilização do roteamento pró-ativo.

Por fim, um segundo nó de acesso foi configurado. Também utilizando-se interface de rede com suporte a 802.11b e fixado endereço ip, além de inicializado o processo de roteamento com o OLSR Switch.

Abaixo são sinalizados os pontos onde foram instalados os nós da rede em malha e os enlaces testados, à saber:

⁴A forma de instalação, configuração e funcionamento do OLSR Switch encontra-se descrita no anexo F



Figura 4.9: São Bonifácio - teste da construção de enlaces ponto-a-ponto

1. gateway de saída para a internet na Escola Estadual São Tarcísio
2. nó 1 (com a antena parábola de grade) no Ginásio de esportes
3. nó 2 no campo de futebol
4. nó 1 na creche municipal
5. nó 2 na Secretaria Municipal de Educação

Nesta construção, foi possível o contato com uma situação de campo real, conhecimento das necessidades da população local e certificação do funcionamento da tecnologia de acesso estudada e proposta.

Teste 2 - Alcance e Medidas

Na segunda visita realizada à São Bonifácio (22/07/2010) foi dada especial atenção às distâncias máximas que os nós poderiam alcançar sem a necessidade de roteadores replicadores no decorrer do trajeto, levando em consideração a topologia da região que possui poucas áreas com alcance considerável em visada direta.

Neste teste também tem-se pela primeira vez a presença do caminhão do IFSC-SJ com os devidos equipamentos configurados compondo assim a VlanMobil.

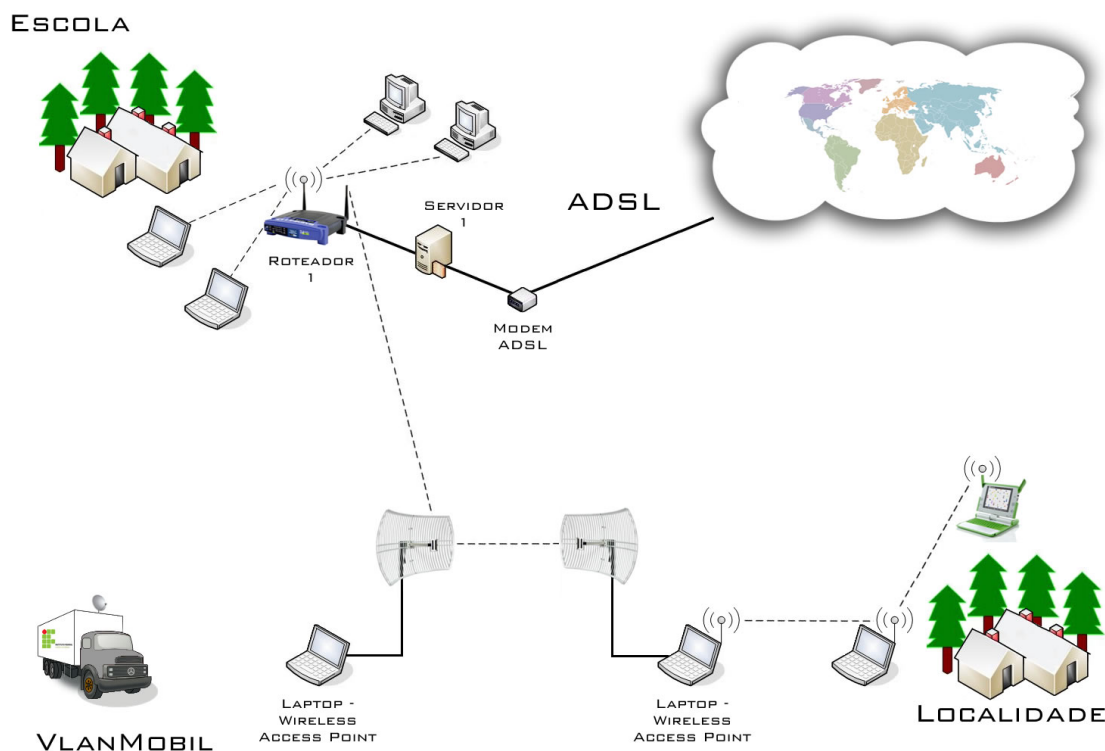


Figura 4.10: São Bonifácio - Cenário - Teste 2

Gateway de saída

Da mesma forma que no teste 1, foi conectado um roteador de banda larga *wireless* Cisco Linksys WRT54G na Escola Estadual São Tarcísio com posicionamento e configuração idênticas.

Nós Mesh

O primeiro nó de acesso, um *notebook* com antena parábola grade *wireless*, também foi mantido da mesma maneira que no teste 1 porém mudado de local, testando assim, novas possibilidades de alcance numa região geográfica oposta a testada na primeira visita.

Um segundo nó de acesso foi acrescentado a este teste. Similar ao primeiro nó, foi composto de um *notebook* e uma antena parábola de grade visando um maior alcance entre os nós.

O terceiro nó, que já havia sido utilizado como nó de última milha no teste 1, continuou também com a mesma configuração porém agora serviu de salto para um quarto nó, ampliando ainda mais a rede.

Este nó de última milha foi um laptop (OLPC - XO) idealizado pelo MIT, cujo hardware já está adaptado ao padrão 802.11s.

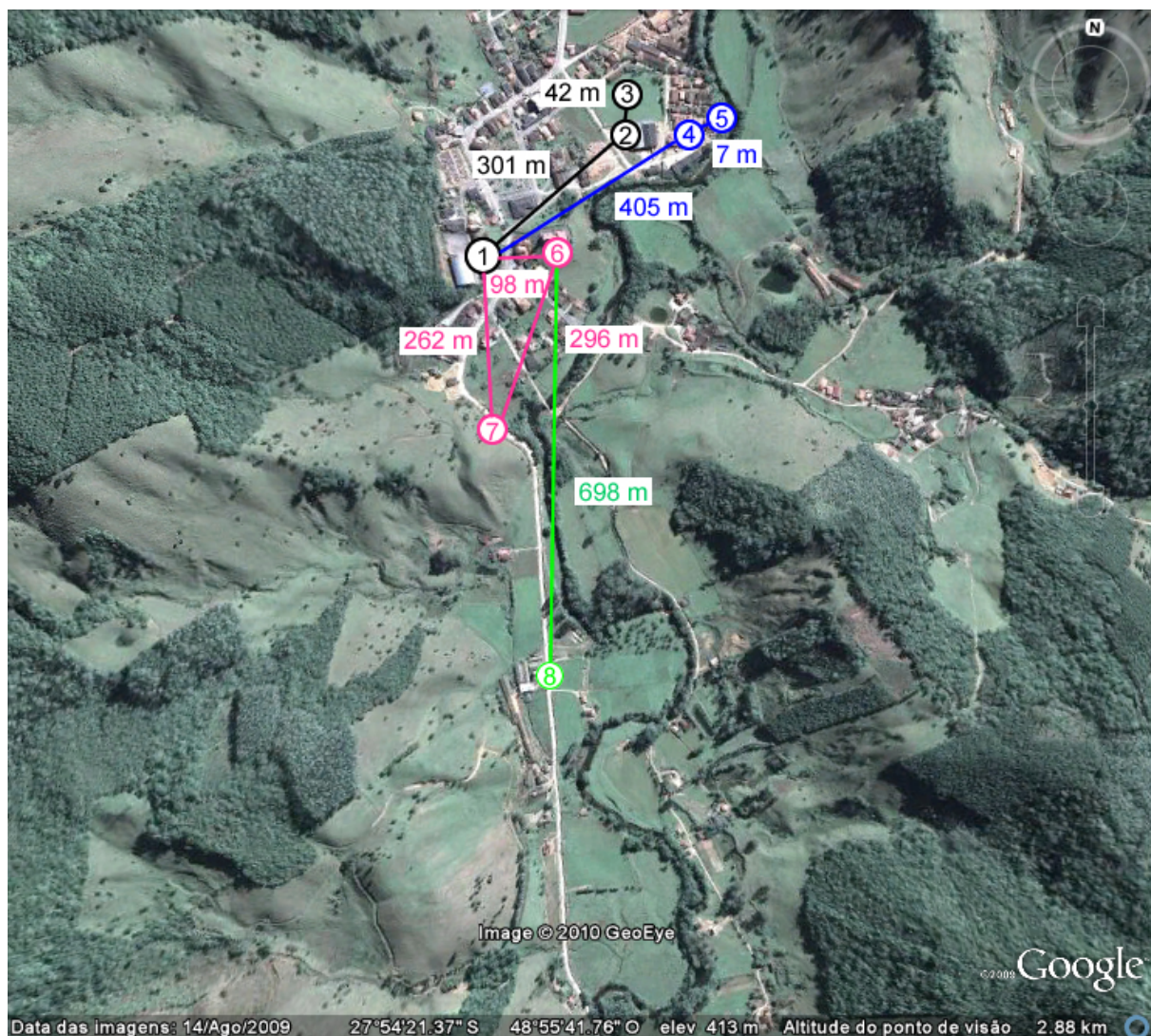


Figura 4.11: São Bonifácio - teste de alcance de enlaces ponto-a-ponto

1 ao 5. pontos do teste 1

6. nó 1 com parábola de grade na igreja central

7. nó 2 com parábola de grade na VlanMobil

8. nós 3 e 4 há 20m da VlanMobil

Com este teste foram colocados mais nós na rede em malha e se estendeu o alcance do *gateway* de saída para a internet para até 700m no primeiro salto.

Outro aspecto abordado no segundo teste prático, foi a análise dos pacotes que trafegaram pela interface de rede, via ferramenta *Wireshark*, de forma a se observar com mais detalhes, o protocolo

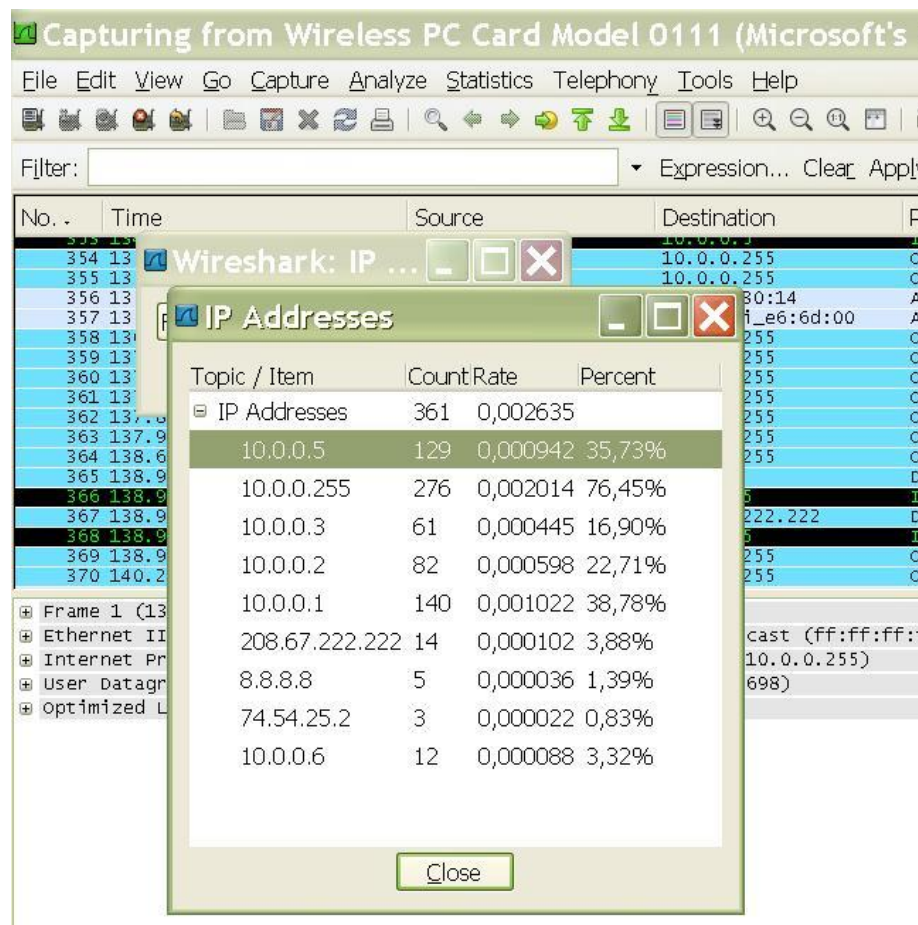
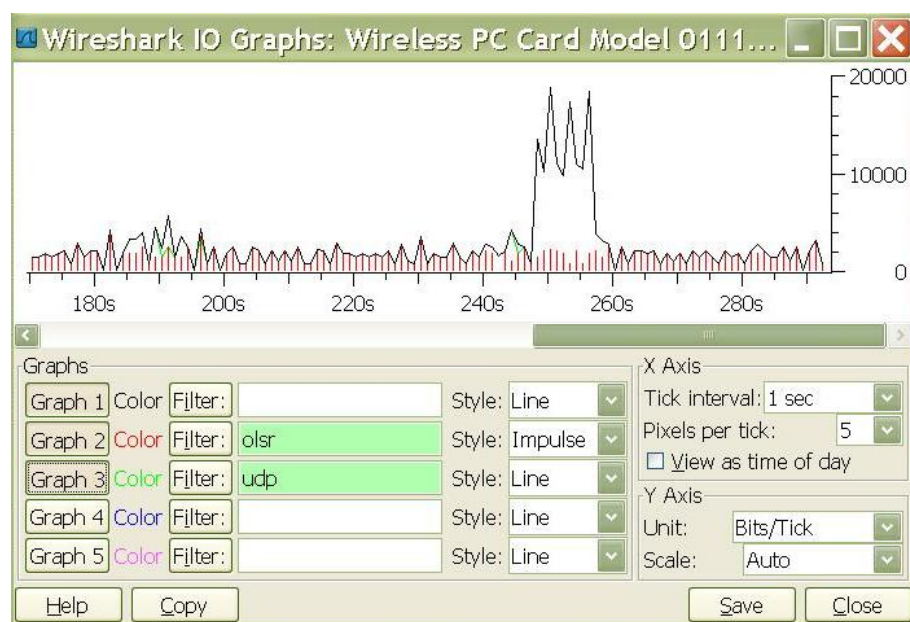
OLSR:

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
6219	489.009349	10.0.0.2	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6227	489.820900	10.0.0.1	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6238	491.378243	10.0.0.2	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6241	491.559478	10.0.0.5	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6242	491.580600	10.0.0.1	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6245	491.799701	10.0.0.3	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6248	492.361354	10.0.0.3	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6253	492.940812	10.0.0.2	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6254	493.090958	10.0.0.5	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)
6255	493.458468	10.0.0.1	10.0.0.255	OLSR v1	OLSR (IPv4)

* Frame 6254 (90 bytes on wire, 90 bytes captured)					
+ Ethernet II, Src: Usi_1c:30:14 (00:10:c6:1c:30:14), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)					
+ Internet Protocol, Src: 10.0.0.5 (10.0.0.5), Dst: 10.0.0.255 (10.0.0.255)					
+ User Datagram Protocol, Src Port: olsr (698), Dst Port: olsr (698)					
- Optimized Link State Routing Protocol					
Packet Length: 48					
Packet Sequence Number: 10582					
- Message: HELLO (LQ, olsr.org) (201)					
Message Type: HELLO (LQ, olsr.org) (201)					
Validity Time: 124,000 (in seconds)					
Message: 44					
Originator Address: 10.0.0.5 (10.0.0.5)					
TTL: 1					
Hop Count: 0					
Message Sequence Number: 31315					
Hello Emission Interval: 5,000 (in seconds)					
Willingness to forward messages: Unknown (6)					
- Link Type: Symmetric Link (6)					
Link Message Size: 28					
- Neighbor Address: 10.0.0.2 (255/255)					
Neighbor Address: 10.0.0.2 (10.0.0.2)					
LQ: 255					
NLQ: 255					
+ Neighbor Address: 10.0.0.1 (255/255)					
+ Neighbor Address: 10.0.0.3 (239/226)					

Frame (frame), 90 bytes	Packets: 6283 Displayed: 879 Marked: 0 Dropped: 0
-------------------------	---

Figura 4.12: Análise com *Wireshark* - Pacote OLSR

Figura 4.13: Análise com *Wireshark* - Estatísticas de endereços IPFigura 4.14: Análise com *Wireshark* - Gráfico de ocupação da interface por OLSR e UDP

4.3 Estudo de Caso - São Bonifácio/SC - Proposta

Uma vez conhecido o panorama das telecomunicações em São Bonifácio, executados os testes de implementação de rede em malha sem fio com saída para internet via banda larga adsl, vislumbrou-se o seguinte cenário:

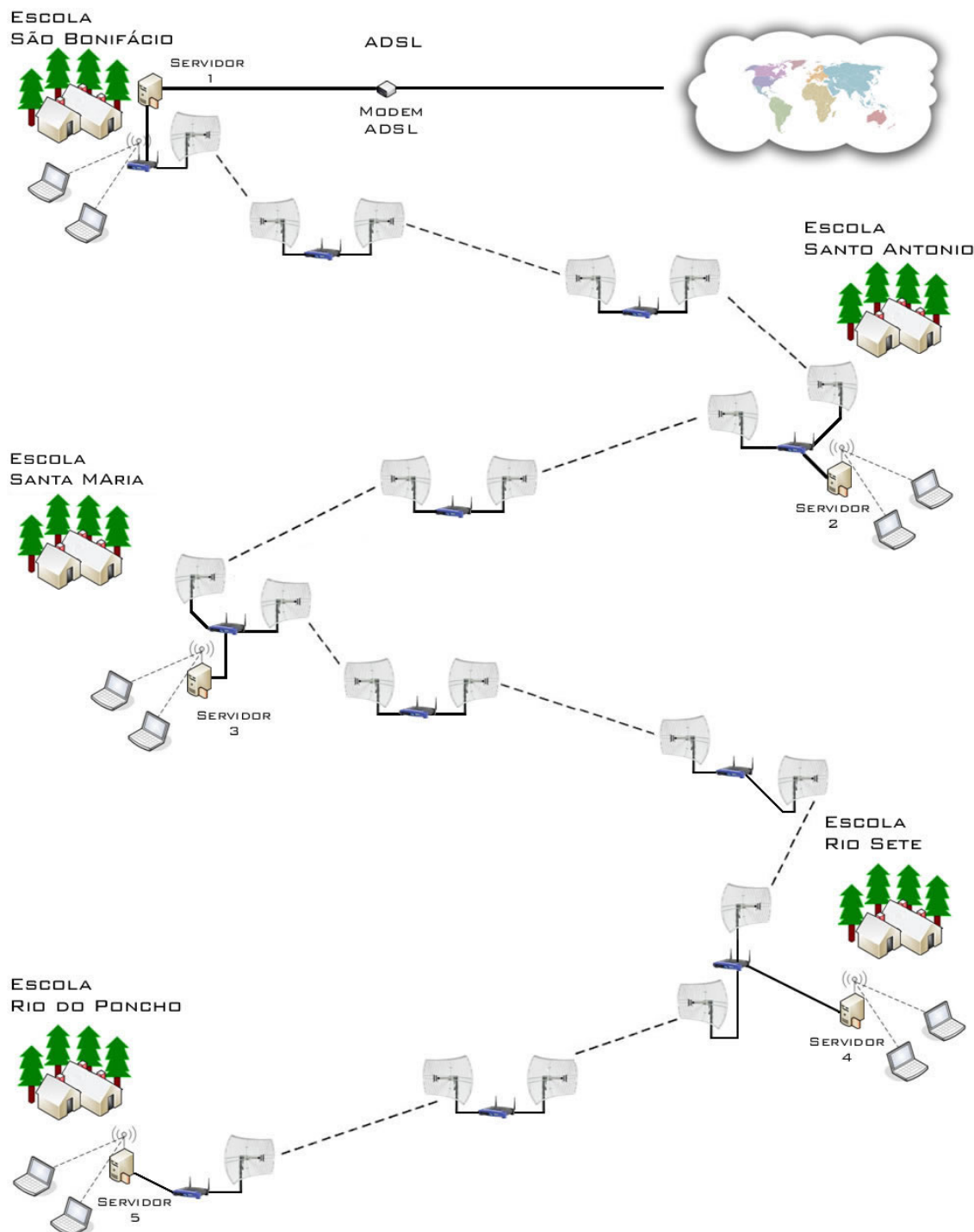


Figura 4.15: São Bonifácio - Rede em malha - cenário proposto

Na figura acima, se propõe os pontos para teste de formação do *backbone* da rede *mesh* com a

sugestão dos pontos de replicação do sinal.

Para a definição de tais pontos, foi necessário o levantamento topográfico da região. As condições de acessibilidade aos locais de instalação dos repetidores, não se mostraram favoráveis para uma análise *in loco* e não foram priorizadas por não pertencerem ao escopo do trabalho, porém, uma possível alternativa para o município no tangente a comunicação de dados, agregada aos estudos feitos e testes aplicados com o uso da VlanMobil se mostrou imperativo.

Então se lançou mão do uso da ferramenta (ANATEL,), que é uma ferramenta que possui um banco de dados geográficos do Brasil e permite analisar a propagação de um radioenlace ponto-a-ponto e gerar dados de perfil do terreno entre dois pontos. Para obter os dados topográficos na definição dos pontos de teste para implantação dos enlaces conforme as figuras que seguem:

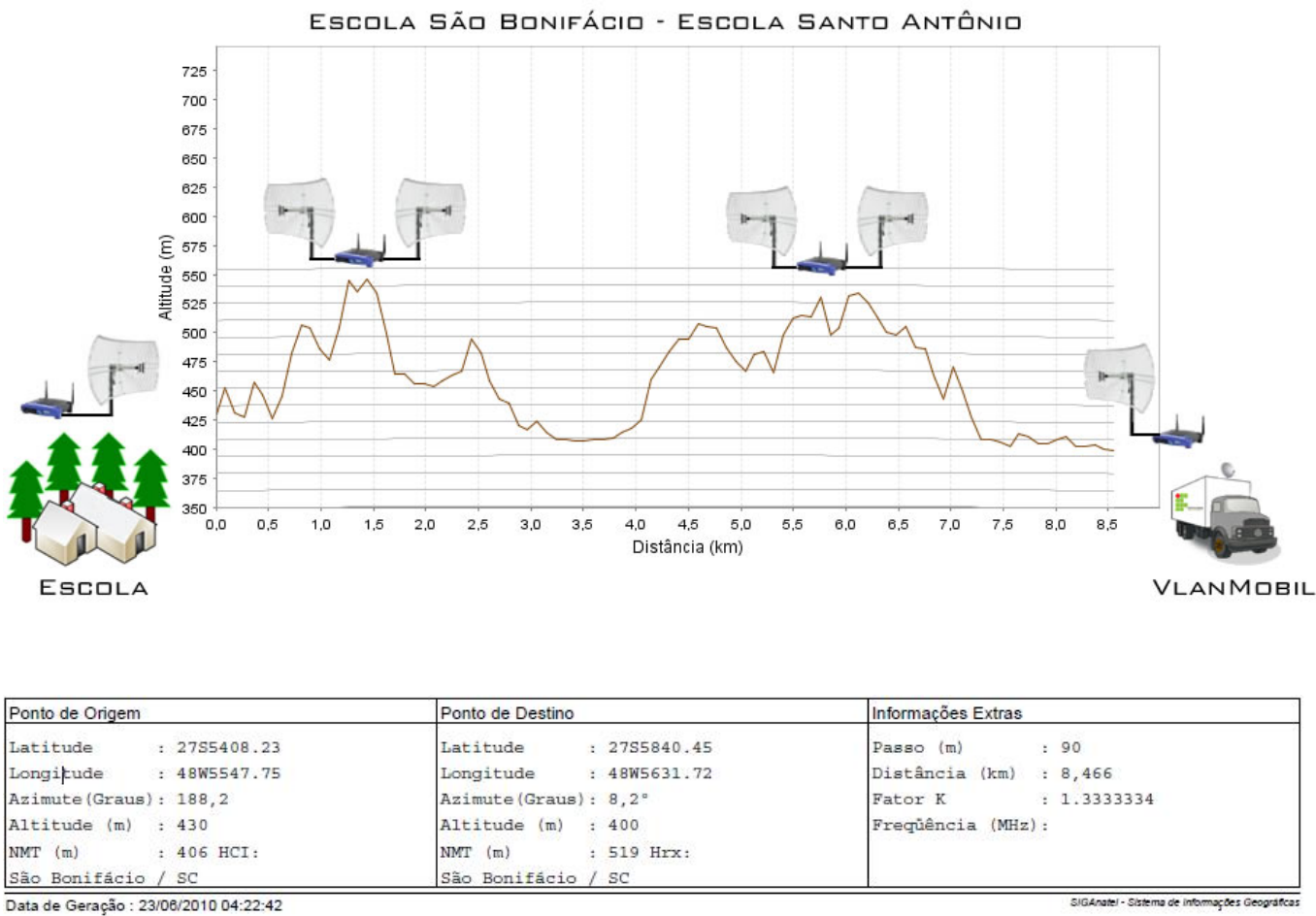


Figura 4.16: Enlace 1/2 - Sede/Santo Antônio

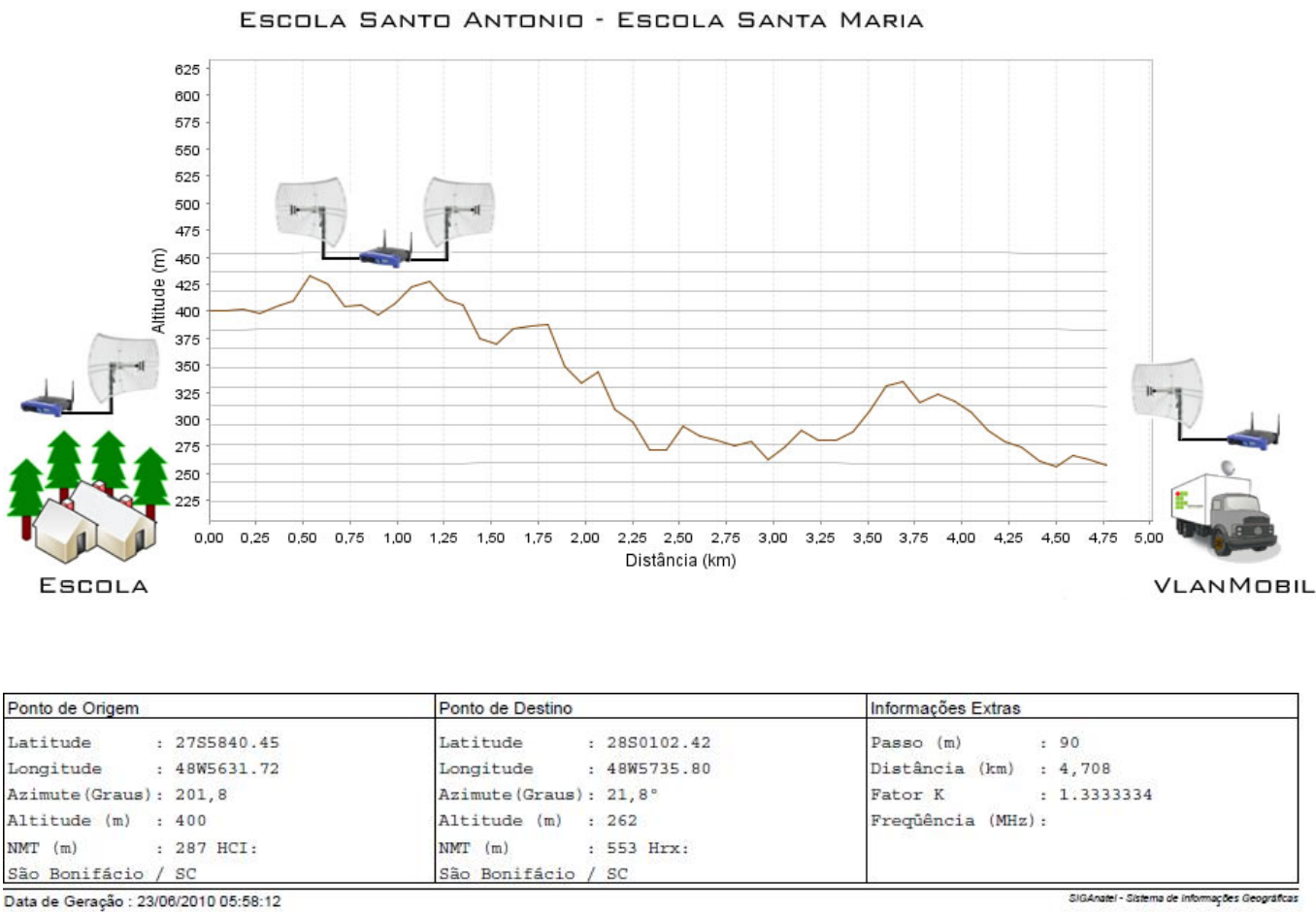


Figura 4.17: Enlace 2/3 - Santo Antônio/Santa Maria

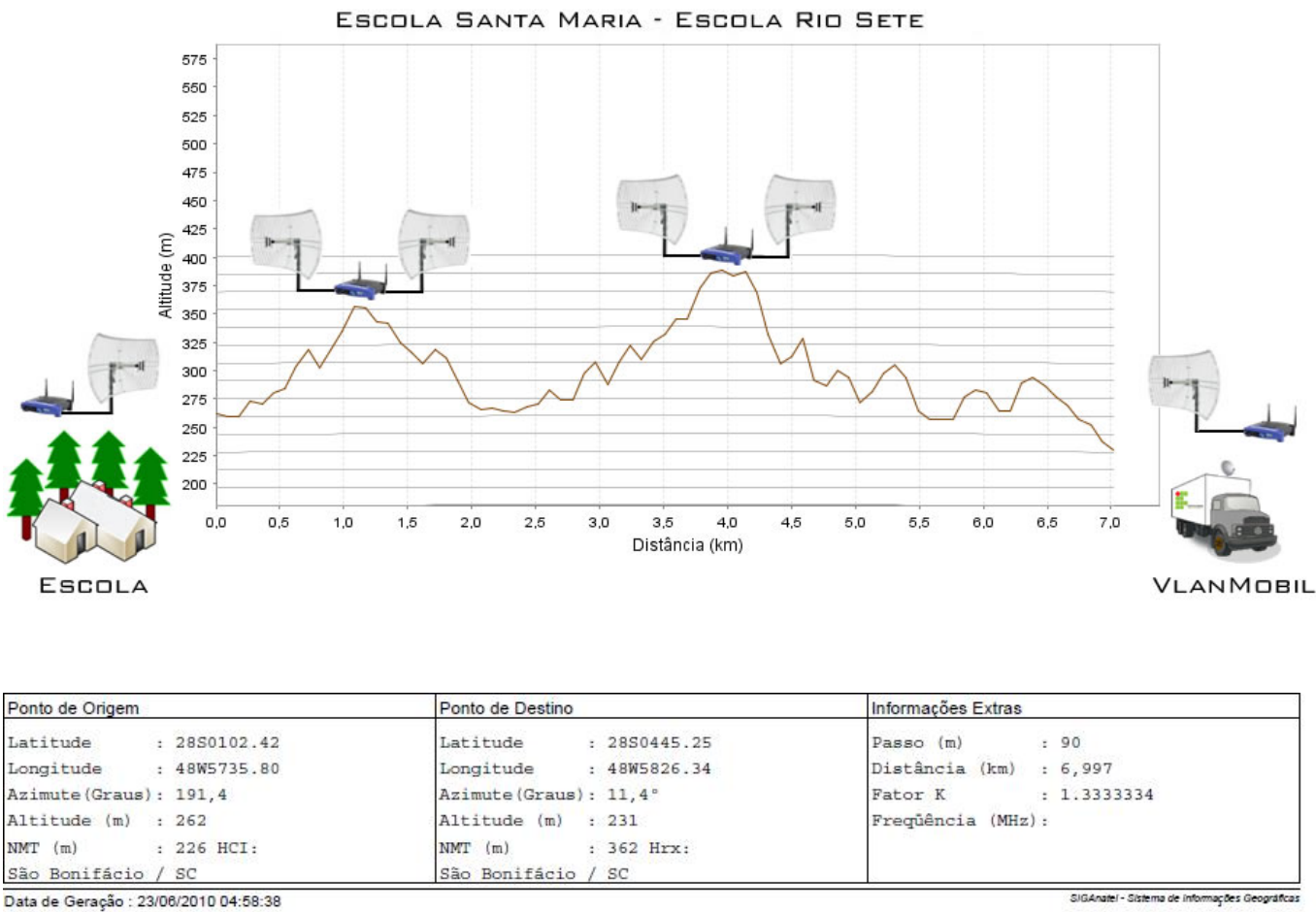


Figura 4.18: Enlace 3/4 - Santa Maria/Rio Sete

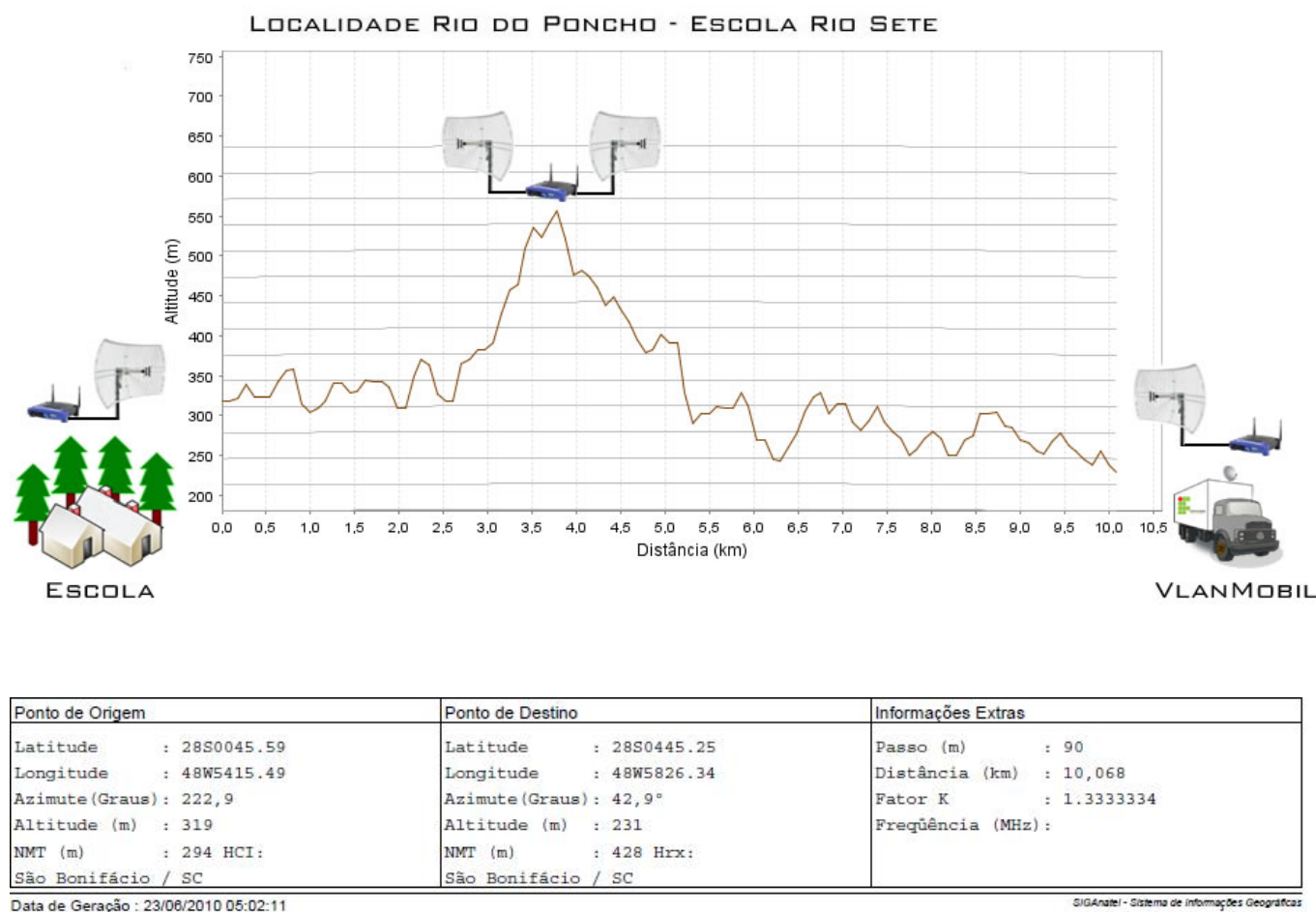


Figura 4.19: Enlace 5/4 - Rio do Poncho/Rio Sete

Para o atendimento de cada um dos pontos aqui sugeridos, se deve observar os seguintes passos prévios a implantação do sistema:

- Testes reais nos pontos sugeridos no tangente a visada/alcance das antenas. Para tanto se sugere que sejam montados dois *kits* compostos cada um deles por:
 - .roteador banda larga sem fio
 - .antena párabola de grade
 - .baterias para alimentação do roteador e notebook
 - .walk talk
 - . equipamento de Geo Posicionamento por satélite (gps) para verificação das coordenadas e posicionamento
- verificação da existência ou não de fonte de energia elétrica no local (*para os pontos onde não passam linhas de transmissão elétrica, se fará necessário um projeto - oriundo dos cursos de*

engenharia elétrica ou sistemas de energia - que contemplem um sistema de energia solar fotovoltaica com placas solares e os acionamentos e baterias para alimentação dos roteadores banda larga - especificações elétricas: 5 volts, 2,5 ampéres)

3. definição do endereçamento ip a ser aplicado na rede
4. definição do serviços de rede do servidor de cada unidade (*segurança, filtros de acesso, armazenamento de páginas*)
5. documentação do sistema

Com tais definições estabelecidas, não só se consegue atingir todas as escolas municipais das áreas afastadas da sede do município, como tais unidades servem de *gateway do backbone*, espalhando o sinal, por rede *mesh*, a toda comunidade circunvizinha.

Desta maneira, se sugere que cada uma das escolas terá a estrutura de um nó tipo *gateway do backbone*, obedecendo a estrutura que irá atender. À saber:

1. Para São Bonifácio - Sede os equipamentos necessários serão: um roteador de banda larga *wireless* Cisco Linksys WRT54G atualizado com o *firmware* DD-WRT com conexão a uma antena parábola de grade *wireless* direcional e este conjunto, conectado ao servidor, onde estará rodando o programa OLSR Switch, para transmissão do sinal para o próximo ponto (Santo Antônio). A segunda antena do roteador de banda larga, poderá prover o sinal para uma sub-rede local (nós formados por omputadores pessoais dotados de placas de rede sem fio (*WiFi*) com suporte ao padrão 802.11 e rodando o programa OLSR Switch).
2. Para Santo Antônio os equipamentos necessários serão: Uma placa de rede *wireless* conectada ao servidor onde estará rodando o programa OLSR Switch, com a antena parábola de grade *wireless* direcional recebendo o sinal da Sede, um roteador de banda larga *wireless* Cisco Linksys WRT54G atualizado com o *firmware* DD-WRT com conexão a uma antena parábola de grade *wireless* direcional enviando o sinal para Santa Maria. A segunda antena do roteador de banda larga, poderá prover o sinal para a sub-rede *mesh* local (nós formados por omputadores pessoais dotados de placas de rede sem fio (*WiFi*) com suporte ao padrão 802.11 e rodando o programa OLSR Switch).
3. Para Santa Maria se repete a infra-estrutua de Santo Antônio, de forma a transmitir o sinal para Rio Sete.
4. Para Rio Sete se repete a infra-estrutua de Santo Antônio e Santa Maria, de forma a transmitir o sinal para Rio do Poncho.
5. Para Rio do Poncho, se repete a estrutura física da Sede, observado, no entanto, que não haverá a conexão e configuração necessária a saída para a internet.

Nos pontos apontados como **repetidores** os equipamentos necessários são: uma antena parábola de grade *wireless* direcional para recepção do sinal; um roteador de banda larga *wireless* Cisco Linksys WRT54G atualizado com o *firmware* DD-WRT configurado como *bridge*, apenas para repasse do sinal; Uma antena para transmissão do sinal ao próximo ponto/repetidor.

Uma vez implantada esta infra-estrutura, toda a localidade será “iluminada” por acesso banda larga, constituindo uma “cidade digital”.

5 *Conclusões*

*Ciência da computação tem tanto a ver com o computador
como a Astronomia com o telescópio, a Biologia com o
microscópio, ou a Química com os tubos de ensaio.
A Ciência não estuda ferramentas, mas o que
fazemos e o que descobrimos com elas.
citação atribuída a Edsger Dijkstra*

5.1 **Conclusões quanto aos objetivos e testes**

A ideia inicial da VlanMobil foi concebida para atendimento com infra-estrutura de telemática principalmente em situações de desastre - como centro avançado de comunicações e comercialmente - como ponto de degustação de produtos e serviços, além de sala de aula móvel.

A partir dos estudos desenvolvidos neste trabalho, porém, tal concepção assumiu uma nova forma mais profunda e efetiva de apoio a sociedade.

Dotar um veículo com infra-estrutura adequada para testes de acesso, na forma de laboratório móvel tem um alcance abrangente e aplicação realmente efetiva e prática, como aconteceu no caso de São Bonifácio.

O estudo teórico (capítulo introdutório - Contextualizando), trouxe o panorama das necessidades e viabilidades que a revolução tecnológica pode trazer no serviço às pessoas. Estudar e analisar ao que se propõe o Plano Nacional de Banda Larga foi fundamental para um bom posicionamento do acadêmico (formando) do curso de tecnologia em sistemas de telecomunicações se posicionar no mercado, frente aos desafios e oportunidades que o PNBL oferece: incentivo à pesquisa, desenvolvimento e comercialização de inovações tecnológicas, capazes de trazer novos serviços ao consumidor final. Para esta análise, além dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso nas disciplinas técnicas, também as cadeiras de administração foram de muita valia.

Aprofundar o conhecimento nas tecnologias de acesso banda larga mais utilizadas - Satélite, Comunicações Móveis de 3a. geração e ADSL - como descrito no capítulo 3, veio complementar os conhecimentos adquiridos no curso no tangente a telefonia, transmissão e processamento de sinais de forma muito prática, mostrando que a fundamentação teórica tem de fato, aplicações profundas.

Especialmente interessante se mostrou o estudo desenvolvido no final do capítulo 3, naquilo que tange às redes sem fio. Os padrões 802.11 são a inovação nas redes locais e conhecer seu funcionamento, entender e discutir a implementação de protocolos de roteamento e como os firmwares atualmente são importantes no funcionamento/união do hardware ao software para o benefício do funcionamento das tecnologias de rede tem um caráter muito atual e de grande aplicação profissional imediata.

No entanto, todo o estudo e aprofundamento nas tecnologias não teria sido o suficiente para tornar a proposta da VlanMobil tão eficaz como se pôde então observar ao aplicar os estudos em seu uso prático, executando os testes de campo, como demonstrado no capítulo 4.

Sem a existência e a forma adequada de se equipar o veículo, não teria deixado tão claro qual a melhor forma e se de fato a tecnologia analisada na teoria seria de valia para atender a população em suas necessidades de inclusão digital.

Com o uso da VlanMobil - mesmo sendo ela ainda o embrião de uma ideia, não sendo possível fazer uso de toda sua potencialidade e funcionalidade por não haver, neste momento o tempo hábil na reserva de recursos para equipá-la, locais de difícil acesso foram atingidos e confirmada, experimentada na prática que existe a possibilidade de se estender o acesso banda larga até onde ele não chega, nas formas comerciais e convencionais aparentemente atrativas, mas sim técnica e economicamente viável, na forma de *gateways* de acesso por roteadores e antenas, dotados do firmware adequado, formando o *backbone* de uma rede em malha (*mesh*), com roteamento dinâmico e colaborativo, usando recursos autorizados pelos órgãos competentes, inclusive com a possibilidade da própria prefeitura do município prover os equipamentos e serviços, transformando localidades isoladas em cidade digital.

5.2 Conclusões Gerais

A chamada revolução tecnológica, tem impelido ao mundo a necessidade da globalização. Para se inserir no mundo globalizado se faz uso dos meios de acesso a internet. Estar à margem dessa nova sociedade da informação gera o analfabetismo digital, a pobreza e a lentidão comunicativa, o isolamento e o impedimento do exercício da inteligência coletiva.

Esforços mundiais vem sendo envidados para que se chegue a inclusão digital. Um exemplo é o projeto OLPC do MIT que consiste, basicamente, em um projeto educacional para o desenvolvimento de um laptop de baixo custo com o objetivo de difundir o conhecimento e novas tecnologias a todas as crianças do mundo.

No Brasil, através de iniciativas do Ministério da Educação, foi criado o projeto Um Computador por Aluno (UCA) que entregará 150 mil laptops, de mesma finalidade do OLPC, a mais de trezentas escolas.

Concomitantemente o Ministério das Telecomunicações lançou o Projeto Nacional de Banda Larga que se traduz então, na oferta de infra-estrutura de forma que se unam esforços para elevar a 90 milhões a quantidade de acessos banda larga até 2014, sem no entanto, abrir mão da convergência entre desenvolver aplicativos que aproveitem os efeitos de rede para se tornarem melhores quanto mais são usados pelas pessoas, aproveitando a inteligência coletiva das aplicações via internet.

A união do Plano Nacional de Banda Larga com o projeto Um Computador por Aluno, cria um novo panorama na difusão da informação/internet no País.

Fundidos, os dois planos fornecem acesso (com o PNBL) e ferramenta (com o projeto UCA) faltando apenas mão-de-obra especializada, que estude e implemente essas propostas, e um vetor de testes, que viabilize a estrutura necessárias a todas as cidades contempladas nas diretrizes desses programas governamentais.

A VlanMobil é este vetor de teste e os acadêmicos do IFSC a mão-de-obra qualificada. Unidos ao PNBL e ao projeto UCA alcançam a perspectiva audaciosa de democratizar a informação e levá-la a pontos que ultrapassam os limites das regiões metropolitanas.

5.3 Trabalhos Futuros

A VlanMobil, como citado acima, ainda em fase embrionária, abre uma série de oportunidades de trabalhos futuros. Os mais diretos são: instalação dos recursos sugeridos na unidade (caminhão de propriedade do IFSC-SJ); viabilizar treinamentos e capacitação na área de informática/manutenção de equipamentos usando a VlanMobil como sala de aula remota, sala de vídeo/áudio conferências, ambiente de coleta de dados, entre outros. O trabalho aberto junto ao poder público da cidade de São Bonifácio, gerou o total interesse daquela comunidade em unir esforços ao IFSC-SJ para tornar a localidade, um modelo na aplicação das tecnologias e serviços de telecomunicações estudados na instituição, transformando-a em exemplo de cidade digital para todo o território nacional. Para tanto, se sugere que sejam executados os testes de transmissão nos pontos apontados neste trabalho; sejam viabilizados kits de roteadores+antenas+alimentação solar para os nós repetidores de sinal; preparação e instalação dos servidores e serviços de acesso para os alunos que receberem seus *laptops* do projeto UCA possam utilizá-los para acesso à rede local/internet entre outros.

ANEXO A – Estrutura Física necessária para equipar a VlanMobil



A VlanMobil poderá ser equipada com um servidor, um roteador e quatro estações de trabalho (*notebook*) configurados e devidamente alimentados para oferecer uma estrutura de telecomunicações a qualquer localidade dentro do território brasileiro.

Claro que para uma cobertura tão ampla, a VlanMobil deverá dispor do maior número de meios de acesso possíveis, sendo que neste trabalho, estudaremos três das tecnologias de serviço de dados mais flexíveis encontradas atualmente (VSAT, 3G e ADLS) e de maior área de cobertura no território nacional.

O veículo utilizado para a instalação desse cenário deverá possuir dimensões que comporte os equipamentos necessários bem como quatro pessoas acomodadas em estações independentes com segurança e conforto (levando em consideração que os serviços são prestados com o veículo parado).

Para tanto, os equipamentos, suas especificações e espaço necessário para a instalação são os listados a seguir:

NotebookFigura A.1: Equipando a VlanMobil - *Notebook*

Quatro *notebooks* que possuam placa *wireless* (802.11/g) e slot de expansão *PCMCIA* para a adesão de uma segunda placa *wireless*.

A seguir, sugestão de *notebook*:

Dell Latitude E6410

Conectividade Com fio: Adaptador de interface de rede *Gigabit Ethernet* 10/100/1000 Modem interno v924 de 56 K (opcional)

Opções de *LAN wireless*: Dell *Wireless* (802.11a/b/g/n) Intel® Centrino 802.11 a/b/g/n e WiMax 802.16e

Capacidade de Expansão Slots: Leitor de cartão 6 em 1; *PCMCIA* e *ExpressCard* 54

Valor (unitário) R\$: 2989,00

Valor (para quatro unidades) R\$: 11956,00

Placa *PCMCIA*Figura A.2: Equipando a VlanMobil - *PCMCIA*

Quatro placas *PCMCIA* (802.11/g) que serão utilizadas pelos *notebook* para comunicação com o Roteador.

A seguir, sugestão de placa *PCMCIA* que possui essa especificação:

Placa Orinoco Gold *PCMCIA Wifi* Lucent e Agere

Valor (unitário) R\$: 35,00

Valor (para quatro unidades) R\$: 140,00

Antena Parábola de Grade 2.4 GHz 20 dBi



Figura A.3: Equipando a VlanMobil - Párola de Grade

Duas antenas de alto ganho para recepção e transmissão de dados nos sistemas de internet wireless em 2.4 GHz. Adequada para aplicações direcionais de longo alcance nas conexões sem fio.

Valor (unitário) R\$: 169,00

Valor (para duas unidades) R\$: 338,00

Roteador

Um roteador wireless que possua duas antenas e seja compatível com a 802.11/b/g

Roteador Linksys WRT54G



Figura A.4: Equipando a VlanMobil - Roteador

Conectividade Com Fio: 1 porta 10/100 RJ-45 para conexão com o modem 4 portas de switch 10/100 RJ-45 para conexão de outros computadores via cabo

Sem Fio: Padrão 802.11g (54Mbps) Padrões IEEE 802.3, IEEE 802.3u 11 Canais Wireless

Valor (unitário) R\$: 172,44

Servidor

Figura A.5: Equipando a VlanMobil - Servidor

PowerEdge T310 Server

Sistemas Operacionais

Microsoft® Windows® Small Business Server 2008

Microsoft® Windows® Essential Business Server 2008

Microsoft Windows® Server 2008 SP2, x86/x64 (x64 includes Hyper-V™)

Microsoft Windows® Server 2008 R2, x64 (includes Hyper-V™ v2)2

Novell® SUSE® Linux Enterprise Server

Red Hat® Enterprise Linux

Conectividade NIC Gigabit Ethernet de porta dupla Broadcom® NetXtreme™ 5709, cobre, com TOE, PCIe x4

NIC Gigabit Ethernet de porta dupla Broadcom® NetXtreme™ 5709, cobre, com TOE/iSCSI, PCIe x4

Adaptador de porta única Intel PRO/1000 PT, NIC Gigabit Ethernet, PCIe x1

Adaptador de porta dupla Intel Gigabit ET, NIC Gigabit Ethernet, PCIe x4

Adaptador de porta quádrupla Intel Gigabit ET, NIC Gigabit Ethernet, PCIe x4

Chassi 440 mm x 218 mm x 521 mm (com tampa frontal e pé da torre)

17,3 pol (A) x 8,6 pol (L) x 20,5 pol (P)

Slots 5 slots PCIe G2:

Dois slots x8 (um com conector x16)

Um slot x4 (com conector x8)

Dois slots x1

Fontes de Alimentação Fonte de alimentação cabeada única (375 W)

Fonte de alimentação redundante opcional (400 W)

Valor (unitário) R\$: 2199,00

Walk Talks



Figura A.6: Equipando a VlanMobil - *Walk Talk*

R\$: 219,90

Totalizando Valores Infra-estrutura:

Notebook - Valor (para quatro unidades) R\$: 11956,00

Placas *PCMCIA* - Valor (para quatro unidades) R\$: 140,00

Antena Parábola de Grade 2.4 GHz 20 dBi Valor (para duas unidades) R\$: 338,00

Roteador - Valor (unitário) R\$: 172,44

Servidor - Valor (unitário) R\$: 2199,00

Walk Talks - Valor (par) R\$: 219,90

TOTAL EM EQUIPAMENTOS: R\$ 15.025,34 (cotação julho/2010)

Em caso do uso de Satélite:

No caso da necessidade de utilização de Satélite, o serviço VSAT, teremos um receptor e uma antena, como equipamentos que farão a conexão da VlanMobil com o Satélite geoestacionário do qual utilizaremos o sinal de dados. No entanto, tais serviços são fornecidos por provedores específicos que já oferecem os equipamentos, quando da contratação do serviço. Foram cotados e encontrados os provedores abaixo para fornecimento do serviço:

PRIME

http://www.prime.net.br/vs_prod_provedor1000.php

Provedor 1000

Recomendações de uso

Plano recomendado para empresas que desejam trabalhar como provedores,ISP ou que possuam um grande número de usuários conectados ao mesmo tempo.

Devido sua alta qualidade, seus usuários sentem uma performance e desempenho diferenciado em relação as outras tecnologias existentes no mercado.

Por este plano NÃO possuir o limite mensal e permitir até 800 conexões simultâneas, é indicado para usuários que tem necessidade de realizar um grande número de downloads(baixar arquivos, músicas, etc..) em qualquer horário do dia ou da noite, além de utilizar com excelente desempenho a tecnologia VPN, acesso remoto, entre outros recursos, devido a velocidade oferecida de upload é possível a utilização de sistemas para transmissão de voz sobre IP(Voip), ex: Skype.

Descrição do serviço

A performance obedecerá as seguintes características:

Velocidade Máxima de Recebimento 1024 Kbps

Velocidade Mínima de Recebimento 341 Kbps

Velocidade Esperada de Recebimento no Horário Comercial 682 Kbps

Velocidade Máxima de Envio 512 Kbps

Velocidade Mínima de Envio 170 Kbps

Velocidade Esperada de Envio no Horário Comercial 340 Kbps

Limite Mensal Ilimitado

Conexões Simultâneas 800

Número de máquinas sugerido 35

Mensalidade R\$ 6.499,00

Master 1000

Perfil do cliente Pequena empresa com até 07PC's conectados a Internet.

Perfil de tráfego O usuário utiliza a conexão Internet principalmente para navegação e envio de e-mails. Participação ocasional em chats e fóruns e raramente realiza downloads de arquivos como, por exemplo: músicas, filmes, softwares, etc. Descrição do serviço A Vsat estará conectada permanentemente a Internet, 24 horas por dia, 365 dias no ano. A performance obedecerá as seguintes características:

Oversubscription de 8:1

Download máximo: 1000 Kbps

Upload máximo: 200 Kbps

Tráfego mensal: 5 Gbytes download

Tráfego mensal: 1 Gbytes upload

Conexões simultâneas: 64

Para melhoria da performance, nosso sistema inclui um software acelerador de Internet e caching mediante servidores proxy.

A conexão se estabelece mediante um esquema de NAT/PAT efetuado na Vsat, o que significa dizer que a rede da Vsat terá seu IP público próprio, e a configuração se realiza mediante o protocolo DHCP. Quando necessário, poderão ser designados IP's públicos em forma estática ou em uma rede de IP's públicos.

Desenvolvido especialmente para Prefeituras, este projeto possibilita entregar internet em todo o Município.

Com a instalação de um link de Internet via Satélite, ampliamos o sinal através de um sistema de rádio de última geração por todo o Município.

Entre em contato conosco para conhecer melhor o Projeto Cidade Conectada.

Mensalidade: SOB NEGOCIAÇÃO**Como funciona**

Tecnologia Via Satélite Para navegar na internet em alta velocidade, a PrimeNet se utiliza de um sistema Via Satélite de última geração, que recebe e transmite os sinais através de uma pequena antena e um modem, ligados ao seu computador.

Para uso em residências e empresas A PrimeNet Satélite tem soluções que vão desde a conexão de um único PC, até soluções específicas para as suas necessidades, como conexão para vários PC's em rede.

RURALWEB

http://www.ruralweb.inf.br/ruralweb/page_1138046995280.html

R 1024 - Plano Light Premium

Plano recomendado para usuários que utilizam até 10 computadores para acesso a sites que necessitem de uma maior velocidade (ex.: Videos, Blogs, Acesso Remoto, VPN, entre outros recursos) e efetuem alguns downloads no mês.

Somando o serviço I-Night ao seu limite mensal de 10 GB, o usuário poderá realizar downloads (baixar arquivos, músicas, etc) em alta velocidade, sem que sejam contabilizados no seu limite mensal.

Perfil do cliente Usuário residencial ou pequena empresa com até 10 PC's conectados a Internet.

Perfil de tráfego O usuário utiliza a conexão Internet principalmente para navegação e envio de e-mails. Participação ocasional em chats e fóruns e raramente realiza downloads de arquivos como, por exemplo: músicas, filmes, softwares, etc.

Para aplicações que demandem alto tráfego tais como, downloads de música, filmes, software, é conveniente operar dentro do horário noturno, contratando o serviço opcional I-Night, que entre as 19:00 e 7:00 possui tráfego que não é computado dentro da franquia.

Descrição do serviço A Vsat estará conectada permanentemente a Internet, 24 horas por dia, 365 dias no ano. A performance obedecerá as seguintes características:

1024 Kbps de Velocidade Máxima de Recebimento

100 Kbps de Velocidade Estimada de Recebimento no Horário Comercial

64 Kbps de Velocidade Mínima de Recebimento

88 Kbps de Velocidade Máxima de Envio

24 Kbps de Velocidade Estimada de Envio no Horário Comercial

5,5 Kbps de Velocidade Mínima de Envio

10 GB de Limite Mensal de Tráfego

64 janelas de navegação simultânea

10 PCs em rede como configuração máxima sugerida

R\$ 1.199,00 de mensalidade

O espaço físico:

O espaço físico necessário para a instalação de todos estes equipamentos e de mais quatro usuários foi calculado multiplicando por cinco o espaço padronizado de uma estação de trabalho individual (1,5 metros quadrados) num total de 7,5 metros quadrados (1,5 metros quadrados por pessoa no veículo e mais 1,5 metros quadrados para os equipamentos fixos -servidor, roteador e modens). A altura do espaço deve ser superior a 1,80 metros, garantindo assim a segurança e conforto dos passageiros.

ANEXO B – Prefeituras Municipais prestando serviços de telecomunicações

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES

ATO No 66.198, DE 27 DE JULHO DE 2007

O CONSELHO DIRETOR DA AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, no uso das atribuições que foram conferidas à Agência pelo art. 19 da Lei no 9.472, de 16 de julho de 1997, e pelo art. 16 do Regulamento da Agência Nacional de Telecomunicações, aprovado pelo Decreto no 2.338, de 7 de outubro de 1997,

CONSIDERANDO o disposto no Regulamento dos Serviços de Telecomunicações, aprovado pela Resolução no 73, de 25 de novembro de 1998; na Norma no 13, aprovada pela Portaria no 455, de 18 de setembro de 1997; no Regulamento do Serviço Limitado, aprovado pelo Decreto no 2.197, de 08 de abril de 1997;

CONSIDERANDO o disposto no art. 173 da Constituição;

CONSIDERANDO o teor da Análise no 114/2006/GCPJ, de 12 de março de 2007, que consta dos autos do processo no 53500.032166/2006;

CONSIDERANDO deliberação tomada na Reunião no 428, de 21 de março de 2007;

RESOLVE:

Art. 1º Manifestar o entendimento de que as Prefeituras Municipais poderão, nos termos da regulamentação em vigor, prestar os serviços de telecomunicações, no âmbito municipal, de forma indireta, por meio de empresas públicas ou privadas autorizadas para prestação do Serviço de Comunicação Multimídia; ou, de forma direta, pela prestação do Serviço de Rede Privado, submodalidade do Serviço Limitado Privado, de interesse restrito, não aberto à correspondência pública, de forma gratuita, limitado o acesso aos serviços da Prefeitura, ao território municipal e aos seus munícipes, mediante autorização da Anatel.

Parágrafo único. O uso de radiofrequência, quando necessário, tendo ou não caráter de exclusividade, dependerá de prévia outorga da Agência, mediante autorização, nos termos da regulamentação e da respectiva consignação, que se dará mediante ato da Superintendência de Serviços Privados desta

Agência.

Art. 2º Estabelecer que o preço devido pelo direito de exploração do serviço de que trata o art. 1º será cobrado de acordo com o Regulamento de Cobrança de Preço Público pelo Direito de Exploração de Serviços de Telecomunicações e pelo Direito de Exploração de Satélite, aprovado pela Resolução no 386, de 3 de novembro de 2004, da Anatel. Parágrafo único. A quantia referida no caput deste artigo será recolhida na forma e no prazo estabelecidos em notificação da Anatel à autorizada, sob pena de revogação deste Ato e a conseqüente extinção da presente autorização.

200790108501

Art. 3º Estabelecer que os equipamentos que compõem as estações de telecomunicações do serviço devem ter certificação expedida ou aceita pela Anatel, segundo as normas vigentes.

Art. 4º Este Ato entra em vigor na data de sua publicação.

RONALDO MOTA SARDENBERG Presidente do Conselho

200790108501

ANEXO C – Experiências em Cidades Digitais

Em Governador Celso Ramos, estradas virtuais na cidade de ruas de terra

Data: 17 de outubro de 2008 / Autor: Maria Eduarda Mattar

A pequeníssima Celso Ramos (SC), com apenas 2.700 habitantes, ex-distrito do município de Anita Garibaldi, vem conseguindo sair do lugar-comum de uma cidade pequena de interior que fica longe de tecnologias. A conexão sem fio à internet gratuita em toda a cidade é a responsável pela mudança em alguns hábitos da população, espalhada pelo centro urbano e por 12 comunidades rurais, distantes quilômetros umas das outras. "O MSN é usado direto", conta Índio Emanuel de Lima Bezerra, técnico em informática do município e responsável pelo projeto.

Da dúzia de comunidades rurais - todas dedicadas à principal atividade econômica da cidade: agricultura -, oito dispõem de conexão à internet já instalada nas casas. As outras quatro ainda não têm por falta de pedidos. "Ainda não houve procura. A partir do momento em que houver duas ou três pessoas solicitando, vamos lá instalar", conta Bezerra. Para solicitar a instalação, basta dispor de um computador com placa wireless. Não há qualquer outro requisito.

A rede municipal é espalhada via Wi-Fi para 70% do território municipal (na zona urbana, a cobertura é de 100%), que conta com uma largura de banda total de 4 Mbps. Metade é destinada ao uso na zona urbana - conectando secretarias, uma escola, o posto de saúde central, a prefeitura e iluminando toda a área com sinal sem fio aberto - e metade é destinada às zonas rurais. O sinal consegue ser distribuído por uma única torre, com alcance de 15 quilômetros de raio.

O projeto começou a ser implementado em 2006, quando o técnico de informática da prefeitura percebeu que podia levar internet a toda a população com uma verba um pouco maior do que a que vinha sendo gasta com um link de 1 Mbps para uso na sede municipal e em alguns poucos órgãos públicos. "Gastávamos R\$ 2.700 mensais com esse link de 1 Mbps e mais R\$ 800 por mês com um link satelital que levava o sinal a algumas áreas rurais", conta Bezerra. Foi feito um acordo com uma empresa da cidade vizinha de Campos Novos, a 30 quilômetros de distância, para levar o sinal via rádio até Celso Ramos. Hoje, gasta-se mensalmente com a infra-estrutura tecnológica atual, quatro vezes maior, R\$ 4.400.

Na cidade pequena, com pouca estrutura administrativa, uma grande rede de interligação de escolas

ou de postos de saúde não é prioridade, tampouco a implementação de serviços avançados de e-gov. Na realidade da cidade, cujas zonas rurais sequer têm telefone, conectar a população com o mundo era mais importante. Por isso a opção até agora de colocar o foco no oferecimento de acesso à rede mundial de computadores. As secretarias ainda não estão, portanto, interligadas, com complexos sistemas de centralização de dados. Existe, porém, a intenção de fazer isso no futuro, ainda sem detalhes programados.

E foi a opção de levar internet para toda a população que começou a operar uma pequena mudança cultural na cidade. "Muita gente que está nas áreas locais acessa ao ar livre com notebooks", conta Bezerra. Segundo ele, a maioria dos usuários da cidade está na faixa etária de 13 a 30 anos e o principal uso vem sendo para fins estudantis e educacionais. "As pessoas passam a ter acesso a mais coisa. Chegam aos órgãos públicos com projetos mais interessantes. A criançada aprende a usar e começa a ensinar ao pai e à mãe", diz o técnico de informática.

As crianças, por sinal, aprendem nas duas escolas municipais (do total de três pertencentes ao município) que têm laboratórios de informática. Na principal, localizada na área urbana, 12 máquinas ligadas à internet ficam à disposição dos alunos dentro e fora dos horários de aulas. Na outra, situada em uma das comunidades rurais a 15 quilômetros do centro, mais seis máquinas podem ser usadas pelos estudantes do colégio para navegar na web e executar outras atividades.

O restante da população que ainda não tiver computador em casa poderá em breve utilizar o telecentro que está em fase final de instalação. Montado com o kit doado pelo Ministério das Comunicações - através de um programa nacional de distribuição de kits de telecentros para todas as cidades brasileiras -, o telecentro terá acesso franqueado a toda a população. Haverá também cursos gratuitos de informática básica. "O que precisa mudar na cidade é a informação das pessoas sobre o que fazer com o computador e a internet. Muita gente ainda não sabe. Por isso, por exemplo, ainda temos quatro comunidades sem gente interessada em solicitar a internet gratuita", analisa Bezerra.

Ainda neste ano, pretende-se colocar um firewall na rede para limitar seu uso, restringindo o acesso a sites de pornografia e downloads de filmes e músicas. Outro plano para o futuro próximo é usar a rede para monitorar o município. "Queremos colocar câmeras de segurança em 12 pontos da cidade para fazer vigilância. Tivemos alguns problemas recentes, depois que chegou o asfalto", revela Bezerra, mostrando mais uma vez o caráter inovador da iniciativa tecnológica que vem mudando a cidade de ruas de terra.

Campo Bom "ilumina" toda a cidade

Data: 15 de setembro de 2008 / Autor: Marcelo Medeiros

O pequeno município de Campo Bom, no Rio Grande do Sul, acaba de inaugurar seu projeto de cidade digital. A última etapa foi completada na sexta-feira, 12 de setembro, quando toda a cidade passou a ser "iluminada" com sinal que disponibiliza internet banda larga a todos os cidadãos, gratuitamente. "Finalmente conseguimos", comemora Miguelito Medeiros, coordenador de Comunicação

Social do município de 60 mil habitantes da Grande Porto Alegre, e um dos responsáveis pelo projeto. A alegria do funcionário da prefeitura deve-se ao fato de que a meta da iniciativa foi ultrapassada logo no lançamento. Quando o Guia das Cidades Digitais ficou sabendo do projeto da cidade gaúcha, a informação, confirmada pela prefeitura, dizia que apenas a parte mais central do município seria coberta pelo sinal. Após muitos testes - e alguns problemas, como a falta de know-how dos técnicos em implementar um projeto desta envergadura -, os técnicos conseguiram expandir o sinal para toda a cidade, inclusive sua zona rural. O sinal é disseminado via quatro links de 250 Kbps espalhados pela cidade. Dada a projeção de maior demanda, o poder público municipal já está planejando aumentar a capacidade da rede de tráfego de dados. Desde o desenho até o fim da execução, o projeto levou oito meses. O acesso se dá sem senha, mas alguns sites têm acesso vetado. Entre eles, os de conteúdo pornográfico ou erótico. “Se o sujeito quiser ver mulher pelada, que pague por sua conexão. Nosso projeto foi pensado para dar informação e serviços ao cidadão”, argumenta Medeiros. Além de moradores, agora estão conectados à rede mundial de computadores oito escolas e 14 postos de saúde. Para o fim do ano, a prefeitura promete prover as demais 12 unidades de ensino municipais de máquinas capazes de acessar a internet e ter o mesmo número de laboratórios de informática para que os alunos possam utilizar a nova tecnologia. Atualmente, há nove espaços deste tipo na cidade, alguns conectados via Wi-Fi, outras via cabo, dependendo da viabilidade disponível no momento da inauguração. Há também o Centro de Educação Integrada, espaço que reúne quatro mil estudantes com acesso à internet. Democracia digital Da mesma forma que na rede municipal, o acesso a determinados sites também é fechado nas escolas. A prefeitura considera que a experiência com telecentros não funcionou como o desejado, dada a falta de orientação aos usuários. A grande reclamação era em relação ao uso do espaço. “Muito tempo era gasto com bate-papo e pouco com educação”, critica Medeiros. “Os telecentros acabaram virando lan houses públicas, e não é isso o que queremos.” Segundo o representante da prefeitura, a idéia é ir além da inclusão digital, ou seja, dar acesso a tecnologia a quem não tem condições de adquiri-la e fortalecer o conceito de “democracia digital”. Este se refere ao uso da internet para serviços públicos e participação popular no governo. Foi pensando nisso que a rede municipal de saúde foi integrada. Na área, além dos 14 postos de atendimento, o centro materno-infantil está ligado à rede mundial de computadores. As unidades possuem uma central eletrônica de marcação de consultas e uma intranet para a geração de prontuários eletrônicos. Desta forma, o histórico do paciente é identificado mais facilmente, e há menos burocracia e mais qualidade no atendimento. Outros serviços oferecidos são o IPTU, a nota fiscal e as certidões eletrônicas, que têm aumentado a arrecadação do poder municipal. Segundo a prefeitura, a possibilidade de emissão de comprovantes de pagamento via internet fez o faturamento relativo a impostos sobre serviços crescer cerca de 12

Digital Stad. Amsterdã

Data: 15 de março de 2010 / Autor: André Lemos

Uma das experiências pioneiras em formação de cibercidade se deu em Amsterdã na Holanda quando, em 15 de janeiro de 1994, surge de uma iniciativa da fundação “xs4all”, ex-grupo Hacktic, coordenado por Marleen Stikker e Joost Flint. O objetivo inicial foi criar, no centro de cultura Balie, um

experimento de conexão a uma representação digital da cidade de Amsterdã através de redes telemáticas. A unicpalidade de Amsterdã e o Ministério da Economia e do Interior compraram a idéia e, desde então, a ponte entre cidadão e poderes públicos foi estabelecida.

A cibercidade de Amsterdã organiza-se a partir de uma interface que tem o mérito de não querer representar espacialmente a cidade, mas compor núcleos temáticos divididos em praças, casas e portas, através de um design que lembra uma colméia. Além de portas, casas e praças, existe ainda o Metro, uma espécie de MOO, e um Mapa da cidade. Hoje Digital Stad tem mais de 50000 moradores sendo considerada uma das maiores comunidades virtuais do mundo. As praças são os agrupamentos principais, com temas centrais como a praça da Europa, cultura, gays, drogas, mulher, música, adolescente, morte, saúde, e a praça central.

Algumas praças têm um bar/café que caracteriza-se por um chat onde as pessoas podem conversar em tempo real. As casas são fóruns de discussões temáticos criando verdadeiras comunidades virtuais. Aparecem aqui serviços de notícias, órgãos oficiais e organizações não-governamentais. Os fóruns são os mais variados como: garotas 10-13, xadrez, sonhos, documentários, bicicleta, paz, Reembrandt, etc. Já as portas são home pages pessoais entre as praças. Cada habitante da Digital Stad pode ocupar uma porta, mas deve atualizá-la constantemente. Se em três meses não houver renovação, outro habitante pode tomá-la, praticando uma forma de squatt digital.

Os usuários podem escolher entre ser um habitante ou um turista. Se for habitante tem que preencher um formulário com dados pessoais, escolher um pseudo e um código de acesso, podendo mudar de identidade ao bel prazer.

Ele tem direito a um correio eletrônico gratuito, e pode participar dos grupos de discussão, chats (Cafés), construir sua home page, participar do Metro e votar nas decisões coletivas. Eles podem também seguir discussões do conselho municipal, consultar documentos oficiais, navegar na Internet, visitar um café, ler jornais, ir a museus e exposições ou mesmo fazer compras em um sex-shop. Como afirma Marleen Stikker, com a Digital Stad de Amsterdã, "tudo o que temos na vida quotidiana, temos aqui também".

O futuro aponta para novas possibilidades de criação de ambientes em realidade virtual e aplicações Web proporcionando o cruzamento de bases de dados e um sistema de comércio eletrônico com dinheiro digital, uma espécie de moeda da DDS, já em andamento pelo sistema Ipay do banco holandês, para transações seguras. A política da cibercidades de Amsterdã é de fornecer serviços de forma gratuita à comunidade, criando uma ação dirigida a grupos menos favorecidos e privilegiados, apoiando a capacitação tecnológica do usuário e a liberdade de expressão.

Todos os habitantes têm direitos e deveres como proteção a privacidade, normas gerais de valores e obediência às leis. Busca-se apoiar as organizações e comunidades reais e ampliá-las na cidade digital, insistindo na busca da democracia eletrônica, com transparência e participação dos cidadãos nas

decisões políticas dos eleitos. Busca-se também a transmissão livre das informações e o desenvolvimento econômico da região, integrando o local, o nacional e o global, utilizando assim o potencial do ciberespaço. No entanto problemas existem como a utilização do sistema por uma elite tecnológica e a falta de um resgate mais forte do espaço público. Como afirma Tan, "afirmar que DDS vai diminuir a distância entre cidadãos e os políticos é uma reivindicação exagerada, de acordo com Stikker: é bastante claro que ter informação e bases de dados disponíveis ao público é só o primeiro passo no processo de democratização. O poder real dos cidadãos pela rede (...) pressupõe um nível de abertura administrativa ainda muito distante de nossas instituições atuais"(Tan, 2000).

Analisando a cibercidade de Amsterdã, Aurigi e Graham apontam problemas semelhantes. Para eles o domínio da cidade digital por um grupo de homens brancos e bem educados, impede que o experimento seja considerado um sucesso em termos de reabilitação do espaço público e se constitua como uma verdadeira Agora eletrônica. Para os autores, citando Brants et alli, Digital Stad "é mais um lugar para uma (nova) elite e viciados em computadores que para cidadãos comuns"(Aurigi, Graham, 1998, p.242). No entanto, as formas de interação social criadas na Digital Stad são consideradas como uma das melhores experiências em cibercidades (Hinssen, 1995).

Living Memory. Edinburgh

O projeto Living Memory, na cidade de Edinburgh, Escócia, começa em 2000, fruto de uma sinergia entre a Queen Margareth College de Edinburgh, a Philips Internacional com sede da Holanda, a Domus Academy de Milão, a Imperial College de Londres e a Université René Descartes em Paris. O objetivo principal é propiciar que a "memória viva" da comunidade possa circular livremente através de dispositivos telemáticos. Trata-se de desenvolver ferramentas que possibilitem o compartilhamento de experiências e de conhecimentos entre as comunidades locais, fazendo com que as pessoas possam, na cidade real, coletar, estocar e distribuir informação entre elas.

Como explica o projeto: "Living Memory criará conceitos para apoiar a comunicação da história local, das notícias locais e do compartilhamento de experiências pessoais e memória em mídias múltiplas, acessíveis por interfaces inovadoras, intuitivas, que são integradas nas casas das pessoas ou em espaços públicos". Uma das interfaces utilizadas está sendo desenvolvida pela Philips e consiste em uma espécie de mesa com terminais onde os usuários podem acessar através de um touch screen informações sobre a cidade. As informações ficam circulando na interface como objetos boiando em um rio.

Quando o usuário quer uma determinada informação, ele toca na "memória" que está passando e a informação, automaticamente, aparece na tela. As informações são as mais variadas podendo ser sobre saúde, alguém que perdeu um cachorro, aluguel de coisas, etc. Os usuários também podem falar entre eles e podem incluir suas informações ao fluxo.

Na tela existe um agente inteligente que pode ser acionado para dar mais informações sobre o assunto. Se o usuário quer guardar a informação, ele coloca uma moeda (tolken) no dispositivo que grava

a informação. Depois ele pode, com o token, ou acessá-la em um outro terminal, ou passar para uma pessoa que, depois, pode fazer livre uso da informação aí memorizada.

Outras interfaces estão em desenvolvimento e podem ser em mesas, em cartazes eletrônicos ou outros. O que parece interessante é que, além de existir um interesse em desenvolver interfaces na Web, o objetivo maior de Living Memory é fazer com que as pessoas entrem em contato umas com as outras a partir de seus lugares de passagem na vida cotidiana. Em um site sobre o projeto podemos ver exatamente este intuito: "provendo saídas que se ajustam em suas atividades quotidianas: por exemplo em escolas, ou em lojas, bibliotecas e bares fortalecendo os vínculos entre estas atividades..."(Treanor, 1999).

ANEXO D – Limalt - Sistema de Determinação de Apontamento de Antenas Banda Ku - VSat

VlanMobil **LIMALT 2010**

Dados da Etn.

Estação: IP da Etn.:

Projeto: IP do Proj.:

Ano: Data:

Coordenadas da Etn.

☒ Utilizar Dados do IBGE

Localidade:

Latitude: ° ' " Altitude:

Longitude: ° ' "

Antenas

Satélites

Satélite 1:

Satélite 2:

Satélite 3:

Satélite 4:

Satélite 5:

Satélite 6:

Satélites Novos

II. Sat. 1:

II. Sat. 2:

II. Sat. 3:

II. Sat. 4:

II. Sat. 5:

II. Sat. 6:

Distâncias

1) <input type="text" value="5"/>	5) <input type="text" value="25"/>	9) <input type="text" value="45"/>	13) <input type="text" value="80"/>	17) <input type="text" value="3"/>	21) <input type="text" value="7"/>	25) <input type="text" value="11"/>	29) <input type="text" value="15"/>	33) <input type="text" value="19"/>
2) <input type="text" value="10"/>	6) <input type="text" value="30"/>	10) <input type="text" value="50"/>	14) <input type="text" value="90"/>	18) <input type="text" value="4"/>	22) <input type="text" value="8"/>	26) <input type="text" value="12"/>	30) <input type="text" value="16"/>	34) <input type="text" value="20"/>
3) <input type="text" value="15"/>	7) <input type="text" value="35"/>	11) <input type="text" value="60"/>	15) <input type="text" value="100"/>	19) <input type="text" value="5"/>	23) <input type="text" value="9"/>	27) <input type="text" value="13"/>	31) <input type="text" value="17"/>	<input type="button" value="Padrão"/>
4) <input type="text" value="20"/>	8) <input type="text" value="40"/>	12) <input type="text" value="70"/>	16) <input type="text" value="2"/>	20) <input type="text" value="6"/>	24) <input type="text" value="10"/>	28) <input type="text" value="14"/>	32) <input type="text" value="18"/>	

Comandos

☒ 1 Etn ☐ MEtns

2 Satélites

LIMALT ver. X

Figura D.1: Sistema Limalt para determinação de apontamento de antenas VSat

LIMITAÇÃO DE GABARITO						13/04/10
Estação:	São Bonifacio Pref			Nº da Estação:	0	
Projeto:	40179			Nº do Projeto:	0	
Latitude:	27º	54'	05 Sul	Altitude:	0	
Longitude:	48º	55'	45 Oeste	DM:	-18º	
Antena: BRASILSAT 1,2m						
	Sat 1		Sat 2			
	Telesat ANIK F1 (107,3ºW)		StarOne C2 (70,0º. W)			
Azimute	286,1º		67,8º			
Az-(DM)	304,0º		85,7º			
Elevação	19,4º		27,8º			
Polarização	-58,1º		54,9º			
Distância	Altura		Altura			
5 m	1,8 m		2,6 m			
10 m	3 m		5 m			
15 m	4 m		7 m			
20 m	6 m		9 m			
25 m	7 m		11 m			
30 m	8 m		13 m			
35 m	10 m		16 m			
40 m	11 m		18 m			
50 m	15 m		23 m			
60 m	18 m		29 m			
70 m	22 m		34 m			
80 m	25 m		39 m			
90 m	29 m		45 m			
100 m	33 m		50 m			
2 m	1,1 m		1,4 m			
4 m	1,6 m		2,2 m			
8 m	2,6 m		3,9 m			
12 m	4 m		6 m			

OBS: Desconsiderar os Resultados do Cálculo de Polarização, caso o Transponder opere em Polarização Circular

Figura D.2: Simulação no Sistema Limalt - apontamento de antenas VSat VlanMobil

ANEXO E – Configuração do DD-WRT

Atualização do firmware

Inicialmente acessar a página <http://www.dd-wrt.com/site/index> para verificar o firmware compatível com a versão do seu roteador *wireless* e proceder, conforme as instruções, para baixar e atualizar o firmware do equipamento.

Segue exemplo para o Roteador Linksys WRT-54G

1- Baixar o firmware DD-WRT

2 - Conectar o cabo LAN (cabo azul encontrada em sua embalagem Linksys ou qualquer cabo direto (não cross-over)) com o PC e em uma das portas lan do Linksys

Observações: Por favor NÃO utilizar a porta wan (Internet)

Certifique-se que sua máquina esteja configurada para obter automaticamente um endereço IP

3 - Conectar o Linksys na alimentação elétrica

Dependendo de qual porta LAN do Linksys é usado, o LED frontal correspondente ao número da porta na parte de trás deve ser

verde-claro. Ou seja o LED deve da porta que está com o cabo conectado deverá estar aceso.

4 - Abrir um navegador web e garantir que o seu browser não está definido para acessar a web conexões através de um proxy.

No campo de endereço do tipo de navegador web, digitar:

192.168.1.1 e pressionar [Enter]

Isso o levará à página de configuração do roteador Linksys

Observação: Quando solicitado para um nome de usuário e senha use:

Nome de usuário: root

Senha: admin

5 - Clicar em "Administração- "Firmware Upgrade, clique em- em "Procurar"e usar o arquivo "Es-

colha”janela para

selecionar o firmware DD-WWRT que foi baixado

Então - clicar em ”Upgrade”.

Durante esse tempo, o LED começará a piscar.

Aguardar de 4 a 6 minutos. Interromper o processo de atualização pode fazer com que o Linksys se torne inutilizável!

Depois de cerca de 4 a 6 minutos, o LED deve ser permanentemente ON (NÃO piscando) e o LED DMZ deve ser permanentemente desligado.

6 - Clicar em ”Continuar”

Isso vai / deve abrir a ”WRT54G - Configuração de página”

Uma vez que o firmware da Linksys foi atualizado para o DD-WRT firmware pode ser começada a configuração do ponto de acesso *wireless*.

Passo a passo para ativar OLSR no DD-WRT

1 - Em Wireless - Basic Settings

ativar modo adhoc

escolha o modo wlan (b,g, misto)

escolha sua SSID

escolha seu canal

tire do modo bridge a wlan

escolha um ip

defina a mascara de rede para algo do tipo: 255.255.255.0

2 - Em Setup - Basic Setup

desativar o DHCP

3 - Em Setup - Advanced Routing

defina o modo de operação (Operating Mode) para OLSR

3 - Ativando o roteamento NAT

No modo Gateway, o roteador executa o NAT, enquanto em outros modos, ele não o faz.

Quando você muda para o Modo de Operação de Roteamento Avançado para Roteamento OLSR, ele desativa o NAT.

Para reativar o NAT, assumindo que foi usado o procedimento de desativar o "bridge" da wlan, será necessário aplicar configurações de IP tables - Em Administration - Commands

Considerações importantes:

- não esquecer de configurar os ip's das máquinas conforme a rede que foi escolhida
- instalar o olsr-switch - conforme anexo 6

Ilustrando: Na página seguinte são apresentadas as telas de configuração:

dd-wrt.com ... control panel

Firmware: DD-WRT v24-sp2 (10/10/2009) 32M Bit
Time: 00:33:28 up 33 min, load average: 0.06, 0.06, 0.06
WAN IP: 192.168.1.1

Setup Wireless Services Security Access Restrictions NAT / QoS Administration Status

System Information

Router	
Router Name	DD-WRT
Router Model	Linksys WRT54Gv8 / G5v7
LAN MAC	00:1D:7E:E6:6C:FE
WAN MAC	00:1D:7E:E6:6C:FF
Wireless MAC	00:1D:7E:E6:6D:00
WAN IP	0.0.0.0
LAN IP	192.168.1.1

Wireless	
Radio	Radio is On
Mode	Adhoc
Network	Mixed
SSID	olsr
Channel	1
TX Power	71 mW
Rate	5.5 Mbps

Wireless Packet Info	
Received (RX)	2554 OK, no error
Transmitted (TX)	2684 OK, no error

Services	
DHCP Server	Disabled
WRT-radauth	AP
Sputnik Agent	Disabled

Memory	
Total Available	5.6 MB / 8.0 MB
Free	0.3 MB / 5.6 MB
Used	5.3 MB / 5.6 MB
Buffers	0.3 MB / 5.3 MB
Cached	1.5 MB / 5.3 MB
Active	1.1 MB / 5.3 MB
Inactive	0.7 MB / 5.3 MB

Space Usage	
-------------	--

Figura E.1: Configurando o DD-WRT (1)

The screenshot displays the DD-WRT control panel interface. At the top, the header includes the DD-WRT logo, the text "... control panel", and system status information: "Firmware: DD-WRT v24" and "Time: 00:33:28 up 33 min, load avera". Below the header is a navigation menu with tabs: Setup, Wireless, Services, Security, Access Restrictions, NAT / QoS, Administration, and Status.

The main content area is divided into several sections:

- System Information**: A table showing router details.

Router Name	DD-WRT
Router Model	Linksys WRT54Gv8 / G5v7
LAN MAC	00:1D:7E:E6:6C:FE
WAN MAC	00:1D:7E:E6:6C:FF
Wireless MAC	00:1D:7E:E6:6D:00
WAN IP	0.0.0.0
LAN IP	192.168.1.1
- Wireless**: A table showing wireless configuration.

Radio	Radio is On
Mode	Adhoc
Network	Mixed
SSID	olsr
Channel	1
TX Power	71 mW
Rate	5.5 Mbps
- Wireless Packet Info**: A table showing packet statistics.

Received (RX)	2554 OK, no error
Transmitted (TX)	2684 OK, no error
- Services**: A table showing service status.

DHCP Server	Disabled
WRT-radauth	AP
Sputnik Agent	Disabled
- Memory**: A table showing memory usage.

Total Available	5.6 MB / 8.0 MB
Free	0.3 MB / 5.6 MB
Used	5.3 MB / 5.6 MB
Buffers	0.3 MB / 5.3 MB
Cached	1.5 MB / 5.3 MB
Active	1.1 MB / 5.3 MB
Inactive	0.7 MB / 5.3 MB
- Space Usage**: A section with a sub-table for Wireless settings.

Radio	Radio is On
Mode	Adhoc
Network	Mixed
SSID	olsr
Channel	1
TX Power	71 mW
Rate	5.5 Mbps
- Wireless Packet Info**: A table showing packet statistics for the wireless interface.

Received (RX)	2784 OK, no error
Transmitted (TX)	2911 OK, no error

Figura E.2: Configurando o DD-WRT (2)



Figura E.3: Configurando o DD-WRT (3)

ANEXO F – Configuração do OLSR Switch

O download do *olsrd daemon* pode ser localizado em:

<http://www.olsr.org/releases/0.5/olsrd-0-5-5-setup.exe>

Em seguida, certificar-se que o PC tenha um endereço IP na mesma sub-rede que é utilizado para os seus nós *olsrd*

Executar o *olsrd switch*

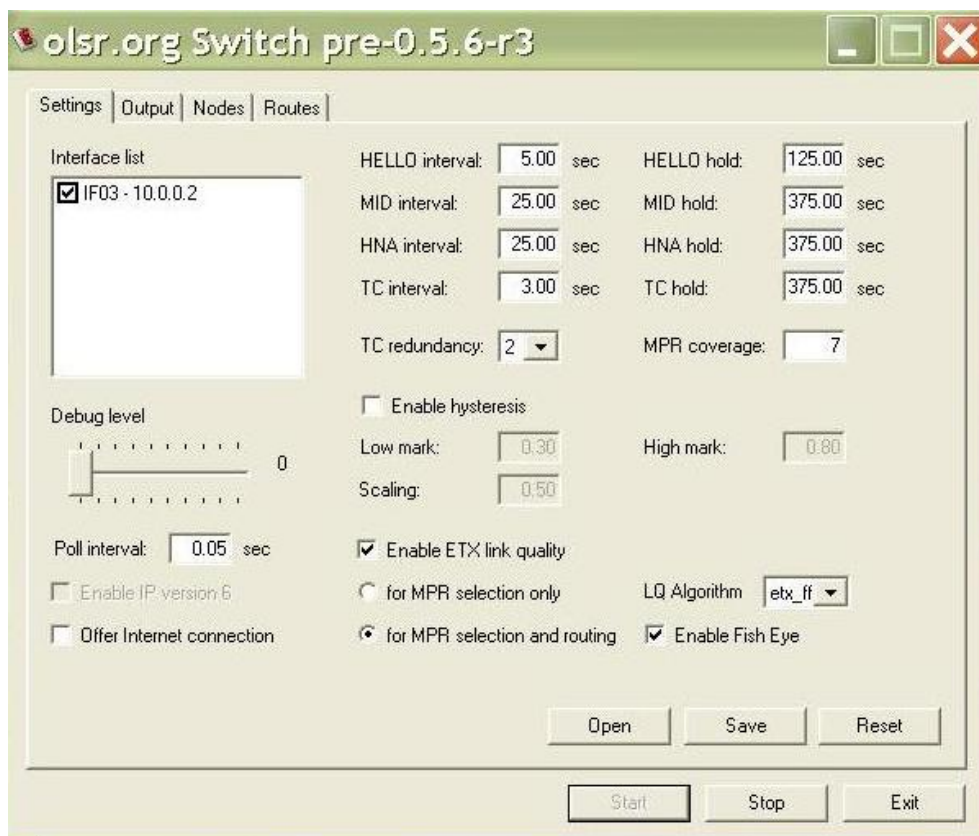


Figura F.1: Configurando o OLSR Switch (1)

Na lista de interfaces você deve ver o endereço *IP da interface LAN do PC* e as demais interfaces OLSR reconhecidas bem como as respectivas rotas e métricas

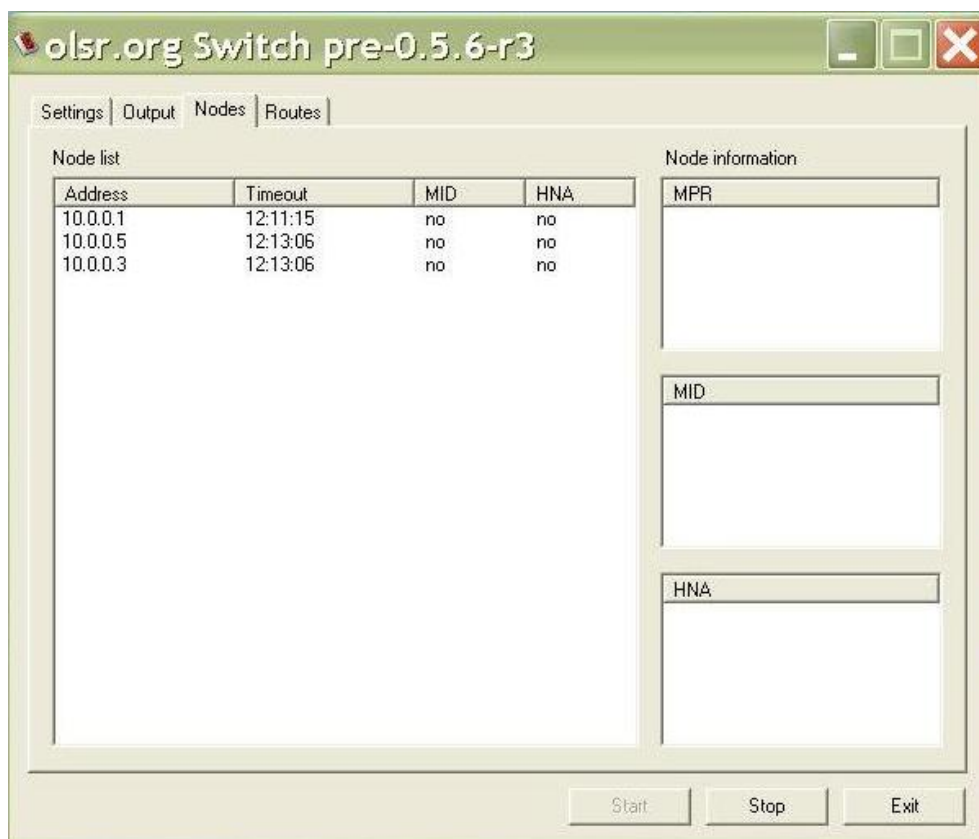


Figura F.2: Configurando o OLSR Switch (2)

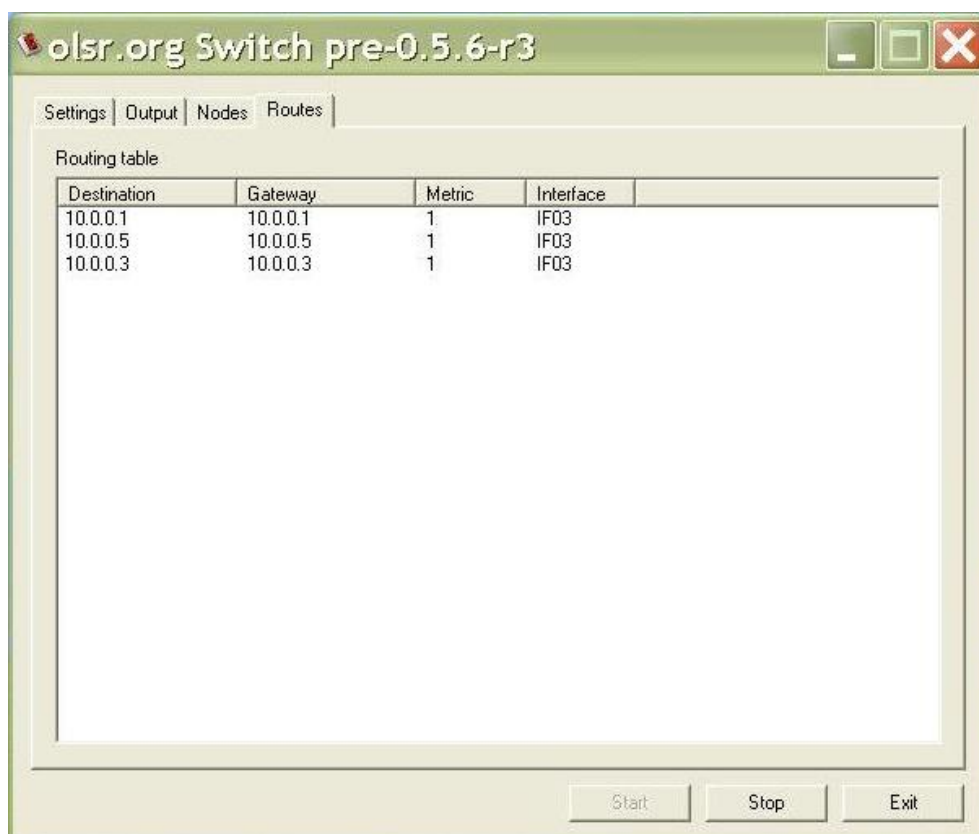


Figura F.3: Configurando o OLSR Switch (3)

Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, C. V. N. *ReMesh - Rede Mesh de Acesso Universitário Faixa Larga Sem Fio*. [S.l.]: RNP - Proposta para Grupo de Trabalho, 2005.
- ANATEL. *Siganatel*. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/siganatel/>>.
- ANATEL. *Editais - Serviço Móvel Pessoal*. [S.l.], 2007.
- ANATEL. *Normas Anatel para estações satélite*. 2010. Disponível em: <www.anatel.gov.br>.
- ASSMAMN, H. *A metamorfose do aprender na sociedade da informação*. 2000. Disponível em: <www.ibict.br/ctonline>.
- BERGAMO, R. T. *Geração de Sistemas Celulares e Tecnologias Emergentes*. São José, 2009.
- BERGMANN, H. *Escola e inclusão digital - desafios na formação de redes de saberes e fazeres*. [S.l.]: USP, 2006.
- CANDIDO, C. *OpenWRT*. 2010. Disponível em: <www.openwrt.org>.
- CASTELLS, M. *A Sociedade em Rede - do Conhecimento à Ação*. [S.l.]: Imprensa Nacional, 2005.
- CEBRIAN, J. L. *A Rede*. [S.l.]: Summus, 1999.
- HAESBAERT, R. *Desterritorialização e identidade - a rede gaúcha no Nordeste*. [S.l.]: Eduff, 1997.
- JOHNSON, D. et al. *Building a Rural Wireless Mesh Network*. South Africa: Meraka Institute, 2007.
- KARIM, M. R.; SARRAF, M. *W-CDMA and CDMA2000 for 3G Mobile Networks*. [S.l.]: McGraw-Hill, 2007.
- LEMONS, A. *Ciber-cidades*. 1997. Disponível em: <<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICIEPA/UNPAN005410.pdf>>.
- LEVY, P. *A emergência do cyberspace e as mutações culturais*. 2010. Disponível em: <<http://caosmose.net/pierrelevy/aemergen.html>>.
- MEC. *Programa Nacional de Informática na Educação*. 2010. Disponível em: <www.proinfo.gov.br>.
- MISOCZKI, R. *Redes de Satélites*. São Paulo: USP - Departamento de Ciência da Computação - Instituto de Matemática e Estatística.
- MONTEIRO, A.; ABE, H.; FERREIRA, R. *Proposta de Uso de Redes Mesh em Áreas Periféricas*. [S.l.: s.n.].
- MUKHERJEE, A.; BANDYOPADHYAY, S.; SAHA, D. *Location Management and Routing in Mobile Wireless Networks*. [S.l.]: Artech House, 2003.
- MUNCINELLI, G. *Qualificação de Linha para Serviço ADSL*. Foz do Iguaçu: Anais do CININTEL 2001 - IV Congresso Internacional de Infraestrutura para Telecomunicações, 2001.

NEMETH, E.; SNYDER, G.; SEEBASS, S. *Manual de Administração do Sistema UNIX*. [S.l.]: Bookman, 2002.

NOKIA CORPORATION. *Dimensioning and Configuring WCDMA RAN*. [S.l.], 2005.

PIETROSEMOLI, E.; FONDA, C.; TRIVINO, J. *Enlace Aguila - Baul*. [S.l.]: Fundación Eslared e ICTP, 2006.

REVISTA SUPERINTERESSANTE. *Uma Ideia para nos livrar do Sarney*. São Paulo, outubro 2009. Ed. 270 p. 25-26.

SILVEIRA, S. *Exclusão digital: a miséria na era da informação*. [S.l.]: Fundação Perseu Abramo, 2003.

SOUTO, A. A.; CAVALCANTI, D. B.; MARTINS, R. P. *Um Plano Nacional para Banda Larga - O Brasil em Alta Velocidade*. [S.l.], 2010.

TONESEN, A. *Implementing and extending the Optimized Link State Routing Protocol*. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSITY OF OSLO, 2004.