

Estudo Comparativo entre Redes WIMAX e Redes MESH

Diogo Araújo Puiatti¹, Livia Márcia¹

¹ Curso de Bacharelado em Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) – Barbacena – MG – Brasil

diogo_puiatti@yahoo.com.br, livimarcia@yahoo.com.br

Abstract. *A wireless network or wireless refers to a computer network without the need of using cables - whether telephone, coaxial or optical - by devices that use radio frequency (communication via radio waves) or infrared communication as in IrDA-compatible devices. The use of technology ranging from radio transceivers and walkie-talkies to artificial satellites in space. Its most common use is in computer networks, serving as a means of accessing the Internet from remote locations as an office, a bar, an airport, a park, or even at home, etc.. What we propose in this paper is a comparison between WiMAX and Mesh Network. A Mesh Network is composed of several access points that connect other short-range access points between themselves and the client computers. The idea is that each new member of the network is a transmitter and a receiver. Type a p2p network. The topology of network, web. Wimax Network in the approach is different. A central station transmits long range for a lot of customers. It is a topology called "star." This work has the objective to compare the applicability and operation of two networks, comparing their advantages and disadvantages and benefits of such networks, and is justified by the fact that the real growth of wireless transmission networks and increasing their applicability.*

Resumo. *Uma rede sem fio ou wireless refere-se a uma rede de computadores sem a necessidade do uso de cabos – sejam eles telefônicos, coaxiais ou ópticos – por meio de equipamentos que usam radiofrequência (comunicação via ondas de rádio) ou comunicação via infravermelho, como em dispositivos compatíveis com IrDA. O uso da tecnologia vai desde transceptores de rádio como walkie-talkies até satélites artificiais no espaço. Seu uso mais comum é em redes de computadores, servindo como meio de acesso à Internet através de locais remotos como um escritório, um bar, um aeroporto, um parque, ou até mesmo em casa, etc. O que se propõem com este artigo é uma comparação entre a Rede Wimax e a Rede Mesh. A Rede Mesh é formada por vários pontos de acesso de curto alcance que conectam outros pontos de acesso entre si e os computadores clientes. A idéia é que cada novo membro da rede é um transmissor e é um receptor. Tipo uma rede p2p. A topologia é de rede, de teia. Na Rede Wimax a abordagem é diferente. Uma estação central de longo alcance transmite para um monte de clientes. É uma topologia chamada "estrela". Este trabalho tem com objetivo comparar a*

aplicabilidade e operacionalidade das duas redes, comparando suas vantagens e desvantagens e benefícios de tais redes e se justifica pelo fato do real crescimento das redes de transmissão sem fio e suas aplicabilidades cada vez maiores.

1. Introdução

No último século os meios de comunicação, passaram por um grande processo evolutivo, que tem influenciado as sociedades, no modo como as pessoas se relacionam. As redes de voz, vídeo e mais recentemente de dados tem contribuído muito com esta evolução. A rede mundial de computadores, Internet é hoje o maior meio de difusão, repositório e compartilhamento de informações, mídia e também um ambiente comercial que rompe todas as barreiras geográficas. A necessidade de romper a barreira do “fixo” para o “não fixo” e o “móvel” é tentadora, pois proporciona que a informação esteja em qualquer lugar a qualquer hora, em tempo real, e os grandes fabricantes têm investido pesado, do ponto de vista tecnológico e comercial para viabilizar a criação desta tecnologia.

Este interesse tem produzido muitas tecnologias de conectividade que vão desde as linhas telefônicas residenciais “fixo”, telefonia residencial ou rural sem fio, “não fixo” e a telefonia móvel celular “móvel” além de muitas outras tecnologias.

Os sistemas sem fio surgem como uma alternativa de acesso para áreas cuja distância, dificuldade ou custo inviabilizam o alcance através das infra-estruturas tradicionais baseadas em cabos de fibra ótica ou cobre. O paradigma das redes sem fio vem acompanhado de termos como Bluetooth, Wi-Fi e WiMAX, e busca, com o apoio e envolvimento da indústria de comunicações e de órgãos normatizadores, oferecer aos provedores de serviço, operadoras e usuários finais soluções redutoras de custo que conjuguem alto desempenho e diversidade de serviços.

2. Tecnologia WIRELESS

Wireless é uma tecnologia denominada "comunicação sem fios" que trouxe ultimamente inovações bastante significativas no setor de comunicações. Com as ondas de rádio foram desenvolvidas novas tecnologias modernas para encurtar os limites e as distâncias. A comunicação sem fio que é chamada de wireless está dividida em quatro grandes grupos: WPAN: Wireless Personal Area Network. Aqui se abrigam as tecnologias wireless com transmissão de pequeno alcance em metros.

Segundo Bruno et al. (2005), elas são redes com cobertura sem fio limitada entre 10 e 20 metros. Elas se referem a algo em volta das "pessoas", daí que vem o nome Personal. Neste grupo estão o Bluetooth, o ZigBee e o UWB. WLAN: Wireless Local Area Network. Estas são as redes locais sem fio. Pela cobertura mais abrangente, começam a ser usadas para eliminar as estruturas de computadores cabeadas nos escritórios das empresas. Aqui está a famosa família de redes Wireless LAN (WLAN) que é o padrão IEEE 802.11x. A tecnologia mais difundida nesta família é o Wi-Fi. WWAN: Wireless Wide Area Network.

Aqui estão as tradicionais tecnologias do telefone celular de voz e alguns serviços de dados (Wireless Data Services). Neste grupo vai-se desde os antigos TDMA (9,6 Kbps) e CDMA (14,4 Kbps) até as modernas tecnologias EDGE e UMTS passando por GSM/GPRS e também o CDMA2000-1xRtt e CDMA 2000 -1xEV-DO. Hoje já está começando a se falar no CDMA-1xEV-DV (Evolution, Data and Voice). WMAN: Wireless Metropolitan Area Network. Neste grupo temos algumas tecnologias novas que estão revolucionando as comunicações.

A tecnologia mais conhecida das redes WPAN (Wireless Personal Area Network) é o Bluetooth (atualmente muito utilizado em dispositivos portáteis e móveis) e que é o padrão IEEE 802.15.1. Ele é uma especificação aberta (royaltyfree) para comunicação sem fio de curto alcance e baixo custo.

Por meio dessa especificação, de acordo com Zucchi (2005), os usuários podem conectar uma ampla variedade de dispositivos fixos como, por exemplo, PCs, impressoras, mouse, teclado, scanners; e móveis como laptops, PDAs e telefones celulares de uma forma bastante simples. Dispositivos Bluetooth operam na faixa ISM (Industrial, Scientific, Medical) centrada em 2,45 GHz que era formalmente reservada para alguns grupos de usuários profissionais, mas que recentemente tem sido aberta mundialmente para uso comercial. Nos Estados Unidos, a faixa ISM varia de 2400 a 2483,5 MHz. Na maioria da Europa a mesma banda também está disponível (Morales, 2007).

No Japão a faixa varia de 2400 a 2500 MHz. O Bluetooth tem duas tecnologias semelhantes que tendem a ser muito difundidas no futuro. Uma é o ZigBee e a outra é o UWB. O ZigBee, da ZigBee Alliance, é o padrão IEEE 802.15.4. Ele deverá ser muito utilizado em controle residencial, automação de prédios e automação industrial.

A instalação do ZigBee em uma indústria representa uma economia de 30% de fiação na automação industrial. O UWB (Ultrawideband) ainda não está completamente homologado pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). O UWB é oriundo de pesquisas militares e foi liberado pelo Pentágono para exploração comercial no início de 2002. Ela é uma tecnologia muito poderosa e tem modulação OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) e é conhecida como move through the wall, ou seja, atravessa paredes. Opera em velocidades de transmissão de 500 Mbps em distância de 4 metros. As redes WLAN (Wireless Local Area Network).

3. Classificação de redes

Segundo Brasil (2006), não existe uma taxonomia na qual as redes de computadores podem ser classificadas, mas uma dimensão se destaca das demais: a escala ou distância. Nesse sentido, as redes sem fio podem ser classificadas por escala em:

Redes Pessoais (PANs – Personal Area Networks): As PANs sem fio (Wireless PANs – WPANs) possuem alcance máximo de 10 metros. Há dois padrões: o Bluetooth e o UWB (Ultra-Wide Band). O padrão Bluetooth (IEEE 802.15.1) suporta taxa de transmissão de até 1Mbps e é voltado para computação pessoal sem fio (ex. integração entre PDA e computador) e comunicação entre periféricos (ex. computador e impressora). Para serviços multimídia, como a distribuição de áudio ou vídeo digital no

interior de uma casa, pode ser utilizado o padrão UWB (IEEE 802.15.3). Este padrão suporta taxas em torno de 400 Mbps..

Redes Locais (LANs – Local Area Networks): WLANs suportam mais aplicações e usuários que as WPANs, e são baseadas no padrão IEEE 802.11. Por definição, um agregado de WPANs constitui uma WLAN. As WLANs cobrem distâncias de até 100m. As redes 802.11 podem ser constituídas através de duas topologias: infra-estrutura e ad-hoc. No modelo baseado em infra-estrutura, cada estação da rede se comunica com um elemento central chamado ponto de acesso (AP – Access Point).

Todo tráfego de rede entre as estações passa pelo AP, que, por sua vez, pode estar integrado à uma rede local fixa. Na topologia ad-hoc, as estações comunicam-se diretamente entre si. As WLANs são empregadas nos ambientes corporativos e domésticos. Outra aplicação que vem ganhando importância é o uso do 802.11 para a implementação de hotspots, que são pontos de acesso para dispositivos portáteis (ex. notebooks e PDAs) presentes em locais como aeroportos, shoppings, hotéis e espaços públicos em geral.

Redes Metropolitanas (MANs – Metropolitan Area Networks): O padrão definido para redes metropolitanas sem fio (WMANs) é o IEEE 802.16. Este padrão foi inicialmente proposto para atender à chamada última milha (representada por usuários finais domésticos e corporativos) com qualidade comparável às tecnologias DSL e aos circuitos dedicados. Entretanto, face às suas qualidades (maior alcance, mecanismos para estabelecimento de qualidade de serviço, níveis de segurança, etc), o padrão 802.16 tem aplicação também na implementação de backbones (ponto de consolidação) para hotspots 802.11 e para redes de telefonia celular (Zuchhi, 2006) . As redes 802.16 permitem atingir a taxa de 75 Mbps com alcance de 50 Km. A topologia ponto-multiponto é o arranjo mais tradicional deste padrão. Nesta modalidade ocorre a comunicação entre as estações de usuário e uma estação base, que coordena o acesso ao meio, de forma similar aos APs das redes 802.11. A outra topologia suportada pelo 802.16 é a rede mesh.

A exemplo da Wi-Fi Alliance, o WiMAX Fórum atesta a interoperabilidade de produtos baseados no padrão IEEE 802.16. Da mesma forma, os termos iMAX e 802.16 tem sido empregados como sinônimos. O WiMAX Fórum reúne provedores de serviços sem fio e fabricantes de equipamentos (Bruno, 2005).

Além de prover aos sistemas fixos (ex. um prédio) a possibilidade acesso sem fio por banda larga (bastando para tanto a instalação de um rádio e de uma antena), o padrão 802.16 também oferece suporte à mobilidade através do padrão IEEE 802.16e, permitindo que dispositivos portáteis com adaptadores compatíveis com a especificação 802.16e possam conectar-se diretamente à rede WiMAX.

Redes de Longa Distância (WANs – Wide Area Networks) : agregam as MANs ao longo de áreas geográficas superiores a 50 Km. Utilizam uma variedade de meios de comunicação para permitir o tráfego de alguns Gbps de dados, que também podem incluir áudio e vídeo. Nesse sentido, se integram às tecnologias sem fio meios de transmissão como cabos de fibra ótica e de cobre. Fazem parte do contexto das redes WWANs as tecnologias celulares representadas pelos padrões 2.5G, 3G e 4G. O padrão IEEE 802.20 para redes WWAN encontra-se em definição.

Cada tipo de rede possui aplicações específicas e ainda diferem entre si quanto a outras variáveis, como: largura de banda (que é diretamente proporcional à taxa de transmissão, medida em bits por segundo ou, simplesmente, bps), potência dos dispositivos de hardware, serviços oferecidos, etc (Brasil, 2006).

3.1. Tecnologia e padrão de redes

Tecnologias de redes sem fio estão se tornando populares nos últimos anos. O uso já disseminado da telefonia celular é uma constatação deste fato. Novas tecnologias têm surgido para atender diferentes necessidades: Bluetooth, HomeRF, WAP, HiperLAN e WLAN são alguns exemplos.

Uma destas tecnologias, destinada ao uso em LANs (Local Area Networks) foi padronizada pelo IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc) através do grupo 802.11. Esta padronização garante a interoperabilidade entre produtos de diferentes fabricantes, como ocorre hoje com o Ethernet (padrão IEEE 802.3)

Segundo Abelém (2008), o padrão IEEE 802.11 original prevê velocidades de operação de 1 e 2Mbps. A nova versão denominada IEEE 802.11b (High Rate), prevê velocidade de operação de até 11Mbps, com fallback automático para 5.5 , 2 e 1 Mbps baseado na qualidade do sinal. Já o padrão 802.11g utiliza a mesma faixa de frequência do 802.11b: 2.4 GHz. Isso permite que os dois padrões sejam intercompatíveis. A idéia é que você possa adicionar placas e pontos de acesso 802.11g a uma rede 802.11b já existente, mantendo os componentes antigos, do mesmo modo como hoje em dia temos liberdade para adicionar placas e switchs Gigabit Ethernet a uma rede já existente de 100 megabits.

Apesar disso, a velocidade de transmissão no 802.11g é de 54 megabits, como nas redes 802.11a. Ou seja, o 802.11g junta o melhor dos dois mundos. Note que para que a rede efetivamente trabalhe a 54 megabits, é necessário que o ponto de acesso e todas as placas sejam 802.11g. Ao incluir uma única placa 802.11b na rede, toda a rede passa a operar a 11 megabits. As placas 802.11g não são compatíveis com o padrão 802.11a, mas os dois tipos de placas podem conversar a 11 megabits, utilizando o padrão 801.11b, que vira um denominador comum (Abelém 2008).

Temos ainda as placas dual-band, que transmitem simultaneamente em dois canais diferentes, dobrando a taxa de transmissão (e também o nível de interferência com outras redes próximas). Chegamos então às placas de 22 megabits (802.11b) e 108 megabits (802.11g). Lembre-se que, como de praxe, você só atinge a velocidade máxima usando apenas placas dual-band, no padrão 802.11a, que utiliza uma frequência mais alta: 5 GHz e oferece uma velocidade teórica de 54 megabits, porém a distâncias menores.

Em geral, as placas 802.11a também são compatíveis com o padrão 802.11b, permitindo que sejam usadas nos dois tipos de redes. Uma observação importante que ao misturar placas 802.11a e 802.11b, a velocidade é nivelada por baixo e toda a rede passa a operar a 11 megabits. Lembre-se que uma rede wireless opera de forma similar às redes antigas, com cabos coaxiais: todos compartilham o mesmo "cabo".

Outra vantagem é que o 802.11a permite um total de 8 canais simultâneos, contra apenas 3 canais no 802.11b. Isso permite que mais pontos de acesso sejam utilizados no mesmo ambiente, sem que haja perda de desempenho.

Segundo Bruno (2005), o padrão IEEE 802.16, finalizado em outubro de 2001 e publicado em 8 de abril de 2002, especifica uma interface sem fio para redes metropolitanas (WMAN). Foi atribuído a este padrão, o nome WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access/Interoperabilidade Mundial para Acesso de Micro-ondas).

O termo WiMAX foi cunhado por um grupo de indústrias conhecido como WiMAX Fórum cujo objetivo é promover a compatibilidade e interoperabilidade entre equipamentos baseados no padrão IEEE 802.16. Este padrão é similar ao padrão Wi-Fi (IEEE 802.11), que já é bastante difundido, porém agrega conhecimentos e recursos mais recentes, visando uma melhor performance de comunicação.

4. Redes MESH

As redes mesh empregam um arranjo de interconexão onde os nós (ou estações) de uma rede encontram-se diretamente conectados. O arranjo pode envolver todos os nós da rede ou apenas uma parte deles.

A rede mesh pode ser formada casualmente por estações que se encontrem próximas (sem um procedimento preliminar) ou apenas por estações previamente definidas para compor a rede. Dentro das redes mesh alguns nós atuam como roteadores que dinamicamente buscam novas alternativas de caminhos para o tráfego. A rede, portanto, pode se reconfigurar para se ajustar às mudanças nas condições de tráfego ocasionadas, por exemplo, pela chegada de novas estações. Adicionalmente, as rotas alternativas permitem que obstáculos como montanhas e prédios sejam contornados para que os dados atinjam a estação destino (Zucchi, 2006).

As redes mesh buscam estender o alcance das redes LANs e WLANs agregando benefícios como balanceamento de tráfego, mobilidade e disponibilidade. Nas WLANs a topologia mesh tem sido utilizada para interligar APs e estender a abrangência da rede em ambientes internos (indoor) e externos (outdoor), diminuindo a dependência da infra-estrutura cabeada e, por consequência, atingindo um número maior de usuários. Entretanto, as soluções para WLANs mesh são proprietárias, o que compromete a interoperabilidade e tem limitado a escalabilidade. Estima-se que até 2007 seja ratificado o padrão IEEE 802.11s, que definirá as redes Wi-Fi Mesh.

O segredo do sistema mesh está no protocolo de roteamento, que faz a varredura das diversas possibilidades de rotas de fluxo de dados, baseada num tabela dinâmica, onde o equipamento seleciona qual a rota mais eficiente a seguir para chegar ao seu objetivo, levando em conta rota mais rápida, com menos perda de pacotes, ou acesso mais rápido à Internet, além de outros. Esta varredura é feita centenas de vezes por segundo, sendo transparente ao usuário.

As redes Mesh, ou redes acopladas (Zucchi, 2006) são aquelas redes em que se misturam as topologias wireless. Basicamente, são redes com topologia de infra-estrutura, mas permitem se unir à rede de dispositivos que estão dentro do raio de cobertura de algum repetidor, que diretamente ou indiretamente está dentro do raio de

cobertura do Access Point. A figura abaixo ilustra a topografia da Rede Mesh, e o seu respectivo funcionamento.

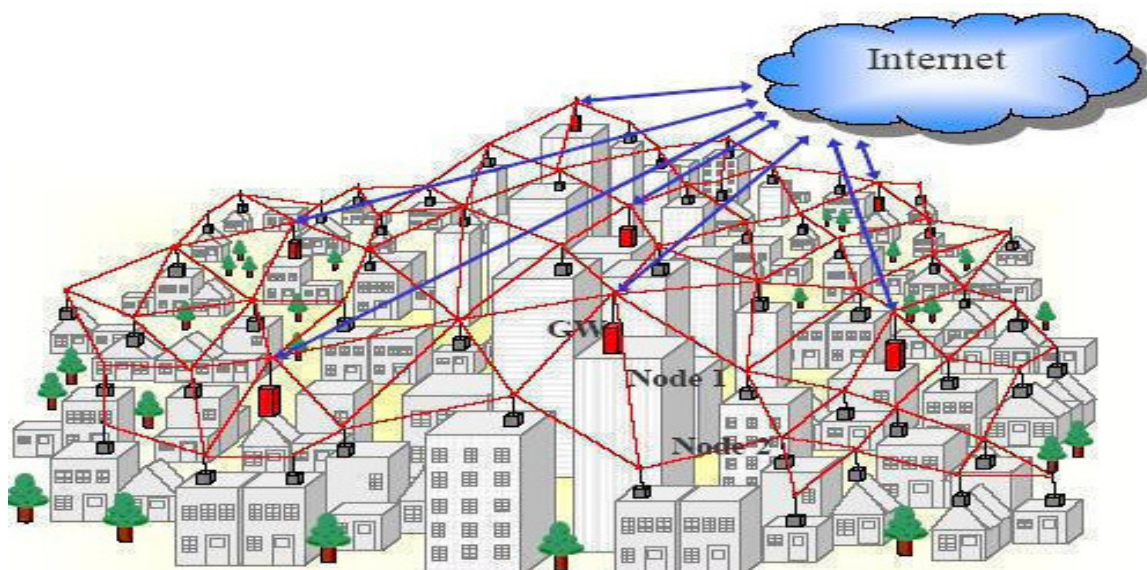


Figura 1. Topografia e funcionamento das Redes Mesh. [Zucchi, 2006]

4.1. Prós e contras da Rede MESH

Redes mesh ou redes “malhadas” são redes compostas de várias “células” que se intercomunicam. Redes mesh estão muito em evidência atualmente, principalmente com o advento das “cidades digitais”. Alternativa de mobilidade para serviços de valor agregado como o VoIP, segurança, etc. Mobilidade dos clientes de forma transparente Repetições permitem transpor obstáculos à visada Múltiplos Gateways garantem redundância e confiabilidade.

De acordo com Abelém (2008), Mesh não é propriamente uma tecnologia, mas sim um conceito. Uma rede mesh caracteriza-se por nós Wireless que se comunicam diretamente com um ou mais nós sem a necessidade de um ponto de acesso central. Cada nó opera não apenas como um host da rede, mas como um “roteador”, encaminhando pacotes para outros nós mesmo que estes últimos não estejam necessariamente em contato direto com o destino dos pacotes. Caso o dispositivo utilize apenas uma interface de rádio, a capacidade de largura de banda é significativamente reduzida a cada vez que o tráfego é repetido por nós intermediários no caminho entre A e B. Haverá também interferências na transmissão, uma vez que os nós partilham o mesmo canal.

Assim, redes ad-hoc de baixo custo podem fornecer boa cobertura de rádio nos últimos quilômetros de uma rede wireless comunitária, ao custo de velocidade; especialmente se a densidade dos nós e a potência de transmissão forem altas. 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 ou seja, uma longa lista de “se”; então é possível configurar tabelas de roteamento para cada nó, manualmente. Infelizmente, essas condições raramente existem no mundo real. Os nós podem falhar; dispositivos

com WiFi circulam por todos os lados e a interferência pode afectar links de rádio a qualquer momento. E ninguém quer ficar a actualizar manualmente tabelas de roteamento a cada vez que um novo nó integra a rede (Zucchi, 2006).

5. Redes WiMAX

A Tecnologia de transmissão sem fio WiMAX, denominada também de padrão IEEE 802.16, é uma nova tecnologia que esta sendo desenvolvida e promovida pelo grupo WiMAX Fórum. Este grupo, composto principalmente por grandes empresas fabricantes de equipamentos e componentes eletrônicos, contando com apoio de membros como Intel e Nokia, têm em vista a elaboração de um padrão aberto e que possua grande interoperabilidade entre os diversos fabricantes. A empresa Intel tem a visão de que o IEEE 802.16 "é uma variação muito importante desde o advento da própria internet".

Segundo Zucchi (2005), o WiMAX estará estendendo o desempenho do atual Wi-Fi para distâncias e taxas de transmissão bem maiores. Atualmente esta nova tecnologia esta definida através do padrão IEEE 802.16, possuindo como principais subdivisões os padrões IEEE-802.16-2004 e o padrão IEEE-802.16e. Sendo o primeiro a versão de WiMAX fixo e o último a versão móvel (Mobile WiMAX). Estes sistemas wireless de banda larga têm a capacidade de conectar grandes áreas geográficas sem necessidade de investimento de alto custo em infra-estrutura permitindo implantações de menores custos e desta forma levar a conveniência da mobilidade e da banda larga para um grande número usuários. A tecnologia WiMAX possui funções de comunicações móveis, fixas e residenciais, ao contrário do Wi-Fi que é fixo ou do Mobile-Fi (IEEE 802.20) que é somente móvel. Assim ele propicia para empresas como as operadoras de telefonia fixa uma grande chance de empreender seus próprios negócios de telefonia móvel sem precisar adquirir a tecnologia celular atual (ex.: CDMA, CDMA-1xRtt e GSM/GPRS) que possuem algumas limitações em relação à nova tecnologia WiMAX (Griebler, 2008).

Ainda segundo o autor, o WiMAX tem uma grande vantagem sobre diversas outras tecnologias, pois promete baixos custos. A tecnologia WiMAX chega com algumas características que vão facilitar a aceitação do mercado e estas características estão mais evidentes no padrão 802.16d. Por causa da padronização dos equipamentos e funcionalidades normatizadas, a modularização dos sistemas ficará mais fácil pois ERBs (Estação de Rádio Base) de de um determinado fabricante terá compatibilidade com CPEs (Customer Promise Equipment) de outros fabricantes além de que os mecanismos de segurança e autenticação utilizam protocolos de DES e AES para troca de chaves e transmissão dos dados isto garante alto grau de confiabilidade e uma robustez capaz de atender os mais diversos setores. Outro ponto que deve ser considerado é sua taxa de transferência de até 70Mbps com possibilidade de implementar QoS fim-a-fim viabilizando aplicações do tipo Real-Time ex VOIP, Streaming etc...

A necessidade de acesso a banda larga para serviços de dados, video e voz (VOIP) vem provocando um interesse neste tipo de tecnologia BWA (Broadband Wireless Access), existem várias tecnologias para prover este tipo de acesso, mais nenhuma garante a compatibilidade entre produtos, então três dos maiores fabricantes de chipsets (Intel, Fujitsu e Nokia) o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers.) e mais vários fabricantes interessados em manter a compatibilidade e a

interoperabilidade entre produtos criaram o WiMAX Fórum que tem como principal objetivo manter a compatibilidade dos produtos desenvolvidos para WiMAX. Esta padronização terá como ponto positivo a interoperabilidade e redução de custos, aumentando o interesse do mercado sob os produtos. As redes WiMAX se comparadas aos acessos típicos ADSL são muito superiores devido a sua alta eficiência espectral que possibilita elevadas taxas de transferência além de oferecer uma alta flexibilidade pois pode atender múltiplos clientes e ainda oferece a possibilidade de implementação de redes mesh (Câmara, 2006). A figura abaixo, ilustra a topografia das Redes WiMax, e o seu respectivo funcionamento.

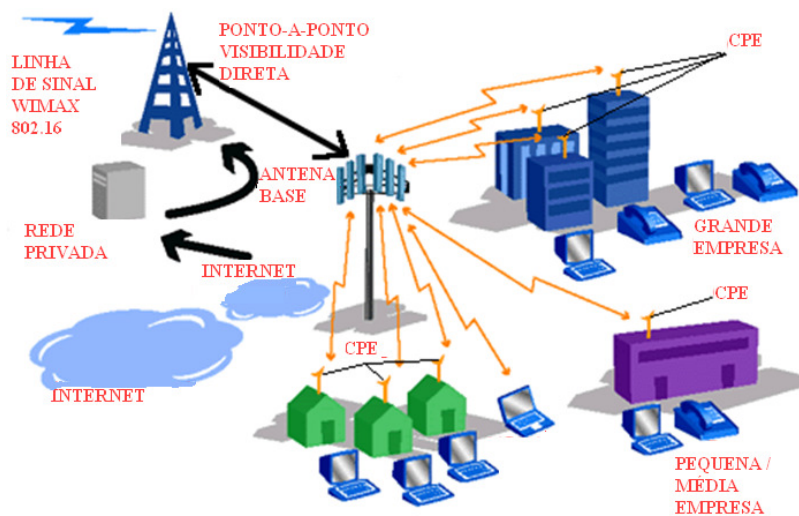


Figura 2. Topografia e funcionamento das Redes WiMax [Zucchi, 2006]

5.1. Prós e contras da Rede WIMAX

Prós:

- Redução dos custos de implantação de Internet com banda larga para usuários distantes.
- Tecnologia aberta e de interoperabilidade garantida.
- Flexibilidade, Point To Point (PTP) and Point To Multipoint (PMP).
- Utilização de um amplo espectro de RF, podendo funcionar em bandas licenciadas ou não.

* Exceção para IEEE 802.16e

Contras:

- É uma tecnologia nova, e não sabemos como vai ser sua aceitação pelo mercado.
- Em alguns países existem restrições quanto ao espectro de RF.
- A incompatibilidade do WiMAX Móvel com o Fixo pode ser um fator de atraso para a tecnologia. Com os primeiros equipamentos de 3.5 GHz certificados em

janeiro deste ano e a banda de 3,5GHz não disponível nos EUA, este detalhe pode influenciar na difusão da tecnologia WiMAX no mercado americano.

O potencial do WiMAX é enorme mais os analistas dizem que é nos países em desenvolvimento que a tecnologia vai ter sua ascensão, principalmente no DSL porque poupa as operadoras e os ISPs de gastar com cabeamento. Na Índia o WiMAX está sendo utilizado para ampliar a rede de telefonia. O mercado WiMAX ainda nem começou e está gerando muitas possibilidades de negócios. Sua tecnologia recente provoca alvoroço e rompe vários paradigmas atuais. Como a tecnologia WiMAX vai superar os desafios citados neste trabalho só o tempo nos mostrará mais com os grandes fabricantes apoiando esta tecnologia, os preços dos dispositivos para o cliente CPEs ficando acessíveis ao usuário final a tendência é uma larga penetração no mercado. Segundo o Instituto Maravadi e Pyramid o WiMAX vai dominar o mercado de DSL com aproximadamente 60% deste até 2008.

6. Conclusão

As redes locais sem fio são uma realidade principalmente viável, em condições que a infra-estrutura cabeada seria de construção inviável tanto economicamente, quanto tecnicamente, fora o fato de em residências por exemplo, a diminuição de cabos e aumentando a mobilidade de componentes eletrônicos desde notebooks e celulares à fones de ouvido e etc.

As aplicações são as mais diversas e abrangem desde aplicações médicas, por exemplo, visita a vários pacientes com sistema portátil de monitoramento, até ambientes de escritório ou de fábrica.

Com o grande crescimento de padrões para a comunicação sem fio entre diversos tipos de equipamentos desde computadores até portáteis de mão, estas redes de comunicação sem fio ganharam popularidade pela mobilidade que provêm aos usuários e pela facilidade de transferência de dados. A tecnologia sem fio, muito conhecido no ramo da telefonia celular, teve uma boa aceitação em redes de computadores por oferecer mobilidade na comunicação em rede e praticidade na instalação por evitar o manuseio de cabos.

Apesar das limitações de cobertura geográfica, utilizando-se a arquitetura de sistemas de distribuição, pode-se aumentar a abrangência da rede sem fio, fazendo uso de vários sistemas de distribuição interconectados via rede com fio, num esquema de roaming entre micro células, semelhante a um sistema de telefonia celular convencional.

O WiMAX busca viabilizar o crescimento das redes Wi-Fi, prover conectividade a áreas que se encontram além do alcance de tecnologias de acesso convencionais (xDSL, circuitos dedicados), e ainda servir de tecnologia de acesso para outras aplicações (e x. telefonia celular). Embora a tendência atual seja o uso de estruturas sem fio baseadas na topologia mesh, as redes Wi-Fi Mesh contam ainda com soluções proprietárias, o que limita a interoperabilidade e a escalabilidade da solução.

As redes mesh têm conquistado bastante popularidade por conta das mais variadas aplicações que as mesmas podem atender. Contudo, por falta de um padrão e da existência de diferentes formas de implementação, este tipo de rede ainda sofre com a

falta de um protocolo de roteamento que seja capaz de atender a todas suas demandas, apesar dos inúmeros protocolos que já existem atualmente.

As redes 802.16 podem utilizar faixas de frequências licenciadas e não licenciadas. ao contrário das redes 802.11, que utilizam frequências não licenciadas. Em função dessa maior flexibilidade, o WiMAX não pode prescindir de um planejamento de utilização de frequências, áreas de cobertura e licenciamento, já que o uso de faixas licenciadas requer autorização governamental. Se as faixas licenciadas trazem maior confiabilidade e previsibilidade às redes, por outro lado, as faixas não licenciadas levam a soluções de menor custo.

Referências bibliográficas

BRASIL, R. (2006). *Resumo das tecnologias de acesso sem fio para uso em redes corporativas*. Artigo, [http: / www7.rio.rj.gov.br/cgm/ti/public_ipplan/](http://www7.rio.rj.gov.br/cgm/ti/public_ipplan/). Acesso em 25 outubro 2010.

BRUNO, R., CONTI, M. e GREGORI, E. (2005) “*Mesh Networks: Commodity Multihop Ad Hoc Networks*”. *IEEE Communications Magazine*. Março.

ABELÉM, Antônio. *Redes Mesh: Mobilidade, Qualidade de Serviço e Comunicação em Grupo*. Mini Curso de Redes Mesh, 2008.

CÂMARA, Marco. WIMAX. TCC. <http://www.logicengenharia.com.br/mcamara/ALUNOS/Wimax06.pdf>. 2006.

GRIEBLER, Dalvan Jair. (2008) *Estudo de Viabilidade das Tecnologias para Implantação de Cidade Digital no Município de Santo Ângelo*. http://www.seminfo.com.br/anais/2009/pdfs/seminfo/63366_1.pdf.

MORALES, Alexandre Eduardo. *Transmissão de dados na tecnologia WIMAX*. Artigo. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/transmissao-de-dados-na-tecnologia-wimax-pdf-a12485.html>> Acesso em 10 nov 2010.

ZUCCHI, Wagner L.,”*O que é a tecnologia WiMAX e qual sua relação com as redes locais compatíveis com o padrão IEEE 802.11 ?*”, revista RTI, p. 108-111, maio de 2005.

ZUCCHI, Wagner L.,”*O que é uma rede mesh e como o padrão IEEE 802.16 se aplica a esse tipo de topologia ?*”, revista RTI, p. 104-107, janeiro de 2006.