

# Avanços nas Telecomunicações Sem Fio: (1) Copel Avalia “Pré Wi-Max”

Jefferson Augusto Soletti<sup>1</sup>  
Marcelo Vinicius Rocha<sup>1</sup>  
Marcos de Lacerda Pessoa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Companhia Paranaense de Energia  
jefferson.soletti@copel.com  
marcelo.rocha@copel.com  
marcosp@copel.com

**Resumo:** Nos últimos dois anos, a Copel Telecomunicações vem realizando uma série de testes com sistemas de telecomunicações sem fio de última geração e que ainda não foram incorporados à prateleira de meios tecnológicos da empresa. Neste sentido, a empresa testou o sistema “Pré Wi-Max” da fabricante Aperto Networks. Apresenta-se, neste artigo, a tecnologia “Pré Wi-Max” explicitando-se os seus benefícios principais, descrevendo-se os testes realizados e os resultados obtidos. A partir desses resultados, que foram altamente satisfatórios, recomenda-se que a Copel Telecomunicações implante um sistema “Pré Wi-Max”. Deste modo, quando o padrão Wi-Max for estabelecido, a empresa já estará com a experiência necessária --de engenharia, manutenção e comercialização--, para então lançá-lo definitivamente no mercado de forma competitiva.

**Palavras-Chave:** Pré Wi-Max, Wi-Max, IEEE 802.16, telecomunicação sem fio, telecomunicação wireless, telecomunicação ponto-multiponto.

## 1 Introdução

O Wi-Max é uma nova tecnologia sem fio, com a capacidade de conectar usuários a distâncias de 30 quilômetros de uma estação central, chamada de “rádio-base”. As conexões podem atingir uma taxa de transmissão de até 75 Mbps. Essa tecnologia está em vias de ser padronizada (IEEE 802.16), provavelmente ainda em 2005; entretanto, já estão sendo comercializados sistemas denominados de “Pré Wi-Max”, com características similares às do Wi-Max [Ieee05].

Considerando que a tendência evolutiva dos sistemas de telecomunicações aponta o Wi-Max como sendo uma tecnologia revolucionária, por ser sem fio, de fácil instalação e permitir

mobilidade, a Copel Telecomunicações resolveu antecipar-se avaliando o “Pré Wi-Max” através de testes de desempenho, a fim de verificar a viabilidade de que a empresa venha a incorporá-lo na sua prateleira de tecnologias, disponibilizando seus produtos [Cope05] aos clientes.

## 2 Wi-Fi, Wi-Max e “Pré Wi-Max”

Seguem algumas definições que são necessárias para o melhor entendimento da tecnologia Wi-Max. Apresenta-se, também, a definição da tecnologia Wi-Fi, com o propósito de diferenciá-la do Wi-Max.

O Wi-Fi (“*Wireless Fidelity*”) é uma tecnologia WLAN (“*Wireless Local Area Network*”), que permite, numa área limitada, conexões de alta velocidade entre dispositivos móveis de dados como, por exemplo, computadores portáteis e iPAQ's. Estes dispositivos se autenticam em um ponto de acesso para acederem ao canal de comunicações que a rede Wi-Fi disponibiliza.

As redes Wi-Fi podem ser facilmente configuradas e operadas pelos próprios usuários, permitindo diferentes acessos a redes distintas. Um ponto de acesso que permite, numa localização geográfica específica, conexão a uma rede (por exemplo, Internet) é denominado “*HotSpot*”. Já é comum serem encontrados *HotSpots* em aeroportos, cybercafés, hotéis e outros lugares públicos, de lazer ou trabalho.

Comparativamente ao Wi-Fi, o Wi-Max cobre uma área maior de sinal, maior largura de banda e usa uma gama de frequências mais alta. Adicionalmente, o Wi-Max é concebido especificamente para redes WWAN (“*Wireless Wide Area Networks*”) *outdoor* e o Wi-Fi para redes WLAN *indoor*.

Deste modo, o Wi-Max é capaz de integrar uma WLAN existente conectando, por exemplo, diversos edifícios pertencentes ao campus de uma empresa ou corporação. Uma rede Wi-Max pode disponibilizar acesso Ethernet para *HotSpots* Wi-Fi, cabo coaxial e serviços *DSL (Digital Subscriber Line)*.

Uma das vantagens do Wi-Max é que permite acesso à Internet com altas taxas de transmissão, disponibilizando um serviço sem fio em regiões que carecem de infra-estruturas de cabo como, por exemplo, zonas rurais e regiões periféricas.

Tal como é referido em alguns meios de discussão de tecnologias sem fio, o Wi-Max deve tornar-se uma tecnologia com total mobilidade, vindo, muito possivelmente, a concorrer com a 3G ou com outras tecnologias celulares de banda larga sem fios.

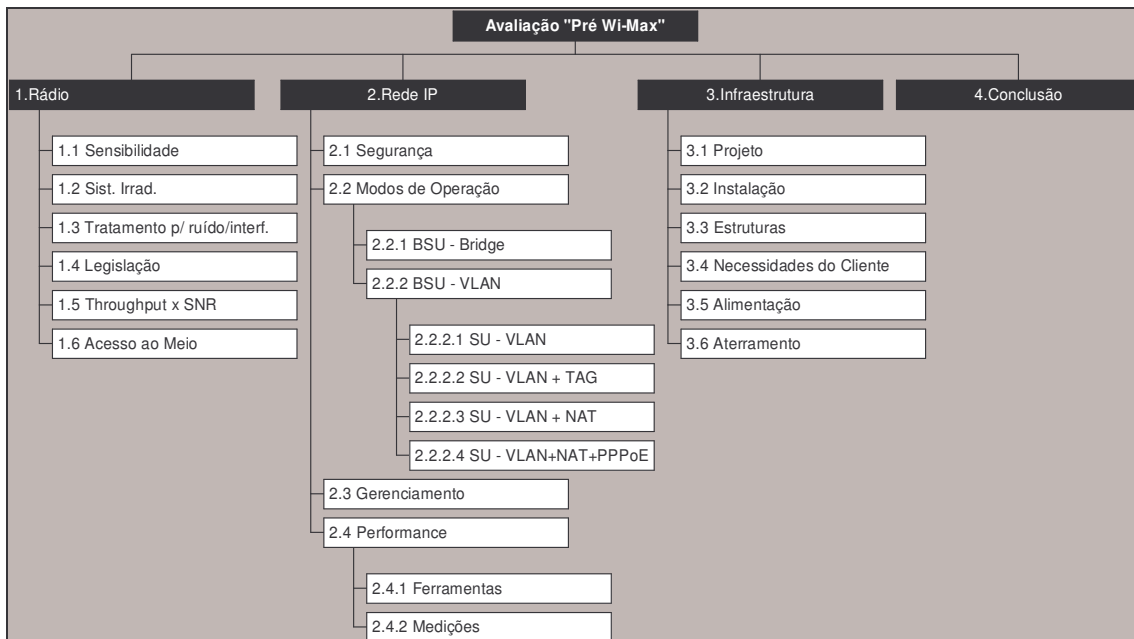


Figura 1 : Organograma de testes.

O chamado "Pré Wi-Max" é um sistema que guarda as mesmas características do Wi-Max, sendo chamado de "Pré" simplesmente pelo fato de o Wi-Max ainda estar no processo de padronização e regulamentação pelo IEEE [Ieee05].

### 3 Os Padrões e as Regulamentações

Acompanhando a padronização mundial, a Anatel [Anat05] tem buscado regulamentar o uso do Wi-Max com vistas a incentivar a utilização da tecnologia no país. Para isso, tem editado e publicado regulamentos atribuindo três opções de faixas para operação: 2,5 GHz, 3,5 GHz e 5,7 GHz.

A regulamentação vigente já permite a utilização do "Pré Wi-Max" nas faixas de 3,5 GHz e 5,7 GHz, salientando-se que a padronização definitiva do Wi-Max não exigirá mudanças regulatórias, de modo que as empresas que já fazem uso do "Pré Wi-Max" não tenham prejuízos.

As condições de uso da faixa de 2,5 GHz ainda estão sendo regulamentadas pela Agência e, assim como a faixa de 3,5 GHz, o processo de autorização de uso será mediante certame licitatório, devido ao grande interesse de uso por parte dos prestadores de serviços de telecomunicações.

Nos testes realizados pela Copel Telecomunicações foram utilizados equipamentos operando na faixa de 5,7 GHz, fabricados pela empresa Aperto [Aper05] e definidos como "Pré Wi-Max".

Uma característica dos equipamentos que operam nessa faixa de frequência, com fulcro na resolução n° 365 da Anatel, é o fato de dispensar a necessidade de obtenção de licença de funcionamento, o que facilita o uso em caráter experimental e garante a possibilidade de remanejamento de local.

Basicamente, estão isentas de licenciamento estações que utilizem equipamentos certificados pela Anatel, pois estes atendem as condições técnicas definidas na referida resolução e operam com potência de transmissão abaixo do limite máximo permitido. Tal opção, em contrapartida, pode futuramente deixar o prestador sujeito a sofrer interferências, uma vez que o espectro será compartilhado quando outros operadores se instalarem numa mesma localidade.

Por isso, empresas que pretendem implantar redes Wi-Max definitivas para prestação de serviços, sem foco nas políticas de remanejamento, estão optando em utilizar as faixas de 2,5GHz e 3,5 GHz, sendo que, em 2003, a Anatel já realizou uma licitação para venda de blocos de frequência na faixa de 3,5 GHz e pretende, em 2005, realizar uma nova licitação incluindo blocos em 2,5GHz e 3,5GHz.

### 4 Os Testes Realizados na Copel

Os testes realizados pela Copel Telecomunicações foram realizados com o propósito de validar o produto "Pré Wi-Max" da Aperto [Aper05], para a solução de acesso ponto-a-ponto dentro do contexto da rede IP da Copel Telecomunicações.

#### 4.1 As Premissas e Restrições

O objetivo estabelecido foi testar as principais características do equipamento “Pré Wi-Max” da Aperto [Aper05], operando nas possíveis configurações de *routing*, *bridging* e *switching* (VLAN) com suas possíveis combinações. Um dos motivadores principais para a realização destes testes é o fato de que uma tecnologia de rádio como esta poderia ser utilizada para promover o crescimento da rede óptica de forma estruturada, sem perda de infra-estrutura por *churning*, e evitar a implantação de longos trechos de fibra para atendimento a clientes localizados em regiões de baixa densidade. Um outro motivador importante é a velocidade de estabelecimento de um link Wi-Max, que é da ordem de poucas horas.

As premissas básicas para a implantação deste projeto são:

- Possibilidade de integração da rede IP da Copel com o equipamento da Aperto;
- Possibilidade de prestar os mesmos serviços pelo Wi-Max que os prestados atualmente com fibra;
- Sites de testes a serem escolhidos refletem as aplicações reais do equipamento;
- O sistema é totalmente gerenciado com ferramentas já disponíveis, inclusive as unidades de assinatura;
- O sistema da Aperto é altamente interoperável dentro dos padrões 802.16 com outros fabricantes;
- Há um mercado interno para o Wi-Max (Copel Energia); e também externo, que é consideravelmente favorável à implantação do sistema em escala comercial pela Copel;
- Conhecimento claro da política da Anatel para as faixas de frequência de operação do equipamento.

#### 4.2 Os Benefícios

- Uma vez iluminada uma região, o prazo para instalação de uma remota é da ordem de poucas horas;
- Os serviços prestados por esta tecnologia seriam completamente compatíveis com os prestados por meio de fibra óptica, terminados em RJ-45;
- No caso de *churning*, basta retirar o equipamento das instalações do usuário e remanejá-lo, não havendo assim perdas com infra-estrutura;
- Poderia ser usado como *backup* da rede óptica;
- Poderia ser usado como equipamento de atendimento imediato, enquanto a rede óptica não chega ao cliente; e também como precursor da rede cabeada.

#### 4.3 As Atividades Propostas

- Verificar a compatibilidade do sistema Aperto com a rede utilizada pela Copel;
- Fazer um “*Road Test*” para verificar a cobertura de uma célula típica “Pré Wi-Max” e sua aplicabilidade em situações semi-móveis;
- Analisar os efeitos de um sinal interferente no sistema, por meio de um gerador de sinais em 5,7 GHz;
- Analisar aspectos de robustez mecânica e de RF, facilidade de instalação, necessidades de infra-estrutura básica para o sistema “Pré Wi-Max”.

#### 4.4 Algumas Características Técnicas

- Cada BSU (rádio-base) suporta até 1022 clientes por setor, com o máximo de 6 setores;
- Uma célula pode ter múltiplas BSU, aumentando a densidade de clientes que uma célula é capaz de atender.
- A banda compartilhada disponível por setor é de 20 Mbps, sendo que a banda “limpa” (sem o *overhead* do rádio) é de 13 Mbps por setor (valor compartilhado para *up* e *downstream*).
- Alocação de Banda sob demanda na interface *wireless* através de *burst* adaptativo (a taxa de *burst* pode chegar à 20Mbps por setor);
- Banda de acesso configurável individualmente por cliente de 16 kbps até 8 Mbps.
- A relação entre *downstream* e *upstream* por ser ajustada desde 70% down/30% up até 70% up/30% down.
- Possibilidade de atendimento de diferentes clientes com diferentes produtos com a mesma infraestrutura (separação feita através de VLANs);
- Longo alcance e um grande *throughput*;
- Alta eficiência espectral e alta capacidade, até 120 Mbps por rádio-base usando canais de 6 MHz (84 Mbps *net*);
- Suporte para múltiplas bandas de frequência em uma mesma estação rádio base, incluindo 2,5, 3,5 e 5,7 GHz. Neste caso específico, o teste foi realizado na frequência de 5,7 GHz.
- Capacidade de operar com enlaces com linha de visada obstruída;
- Enlaces de rádio com gerenciamento inteligente de interferências.

#### 4.5 A Rede IP

Algumas características deste sistema quanto a configuração de rede são:

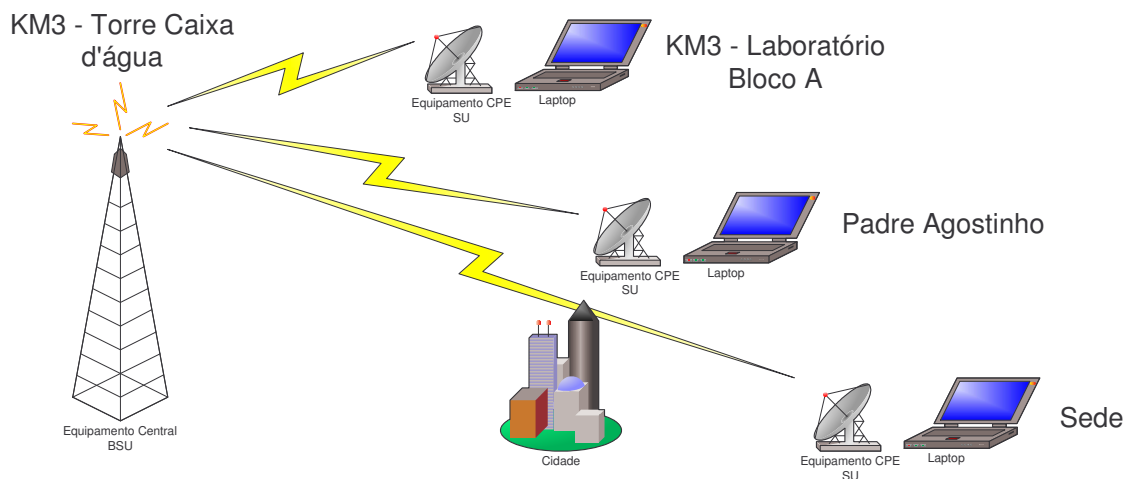


Figura 2 : Arquitetura da Rede Experimental "Pré Wi-Max".

- Poderoso algoritmo de controle de admissão na rede;
- Capacidade para prestar multi-serviços como dados, voz e vídeo para clientes residenciais e corporativos;
- Capacidade para prestar serviços tipo CBR, CIR e BE *traffic* com recursos próprios QoS = ServiceQ™;
- Mecanismo inteligente para classificação de serviços para garantia de SLA e gerenciamento de aplicações (16 filas de priorização ou classificação inteligente de tráfego diferenciado);
- Configuração flexível e com escalabilidade da rede, além de mecanismos de gerenciamento e monitoração (WEB e SNMP);
- A estação rádio base "Carrier Class" com fontes redundantes e *hot swap*, possui interface 10/100Base-T, pode ser configurada com *router*, *bridge* ou VLAN, suporta RIPv2, PPPoE, VLAN *Tagging*, MPLS *passthrough*, e VPN, para propiciar o máximo de flexibilidade, capacidade e eficiência do sistema;
- O range de estações remotas disponíveis cobre desde o mercado residencial até o mercado de pequenas e médias empresas;
- Larga gama de facilidades de rede como suporte completo às funcionalidades VLAN, implementação de diversos serviços IP como NAT, DHCP, *bridge*, *router* e mecanismos de segurança de rede.

#### 4.6 Tratamento para Ruídos e Interferências

Foi observado que o equipamento instalado no edifício que abriga a Sede da Copel (bairro do Batel, em Curitiba – PR) apresentou um alto índice de correção de erros, embora seu nível

fosse ainda melhor do que o do equipamento instalado no prédio localizado na Rua Padre Agostinho (bairro do Bigorrião, Curitiba – PR). Tal fato indica presença de sinal interferente; entretanto, o comportamento do equipamento instalado no edifício da Sede manteve-se estável e não perdeu o enlace em nenhum momento.

#### 4.7 Estruturas

Para o teste foi utilizada a estrutura na caixa d'água do Pólo Copel KM3 (bairro Mossunguê, Curitiba – PR), para instalação da rádio-base. No prédio localizado na Rua Padre Agostinho, a instalação da unidade remota foi executada a 30m de altura, em uma estrutura metálica; e na Sede da Copel, não foi utilizada estrutura alguma, mas instalada em um suporte simples, sobre a cobertura do prédio. A instalação da unidade remota no Laboratório do Pólo Copel KM3 também não demandou estrutura.

A necessidade de estruturas para o sistema se concentra no lado da estação rádio-base. No lado remoto pode ser dispensado o uso de estruturas.

Quando o sistema trabalha parcialmente obstruído, dependendo da distância à estação base, recomenda-se utilizar uma estrutura de suporte.

#### 4.8 Desempenho

Os equipamentos foram configurados no parâmetro de performance com 50% da banda para *upload* e 50% para *download*. Quanto às porcentagens de QoS, usou-se a configuração para 100% de BE (*Best Effort*) e 0% para CIR e CBR.

#### 4.9 Medições

O máximo de *throughput* é de 13 Mbps por setor (20 Mbps *raw*).

## 5. Resultados dos Testes, Conclusões e Recomendações

O sistema testado demonstrou atender perfeitamente ao especificado pelo fabricante [Aper05].

Mostrou-se ser um meio de telecomunicação que disponibiliza todos os serviços IP comercializados pela Copel Telecomunicações [Cope05]. Portanto, está adequado para atendimento aos clientes corporativos da empresa.

Os testes indicaram plena compatibilidade com os principais protocolos de Rede IP e Ethernet utilizados na Copel.

A instalação é bastante fácil e rápida. As unidades remotas são compactas, requerendo apenas uma fonte de AC --que pode ser o próprio *no-break*-- , um suporte para a unidade externa e um trajeto possível entre a unidade externa e a interna para passar os cabos.

Considerando os resultados obtidos nos testes e tendo em vista que a tecnologia apresenta-se como uma excelente alternativa de suporte aos serviços prestados pela Copel Telecomunicações [Cope05], a recomendação técnica é de que a empresa implante um sistema "Pré Wi-Max". Deste modo, quando o padrão Wi-Max for oficialmente estabelecido, a empresa já estará com a experiência necessária --de engenharia, manutenção e comercialização--, para então lançá-lo definitivamente no mercado. Adquirir essas experiências com o Wi-Max, de imediato, passou a ser questão estratégica para a competitividade das empresas de telecomunicações.

## 6 Agradecimentos

Agradecemos à Aperto Networks e à sua representante, Elconi, por terem gentilmente disponibilizado o sistema "Pré Wi-Max", temporariamente à Copel, para a realização dos testes aqui descritos.

## 7 Referências

- [Anat05] Anatel - Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível na Internet: <http://www.anatel.gov.br>, Janeiro 2005.
- [Aper05] Aperto Networks. Disponível na Internet: <http://www.apertonet.com>, Janeiro 2005.
- [Cope05] Copel Telecomunicações. Disponível na Internet: <http://www.copeltelecom.com.br>, Janeiro 2005.

- [Ieee05] IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated. Disponível na Internet: <http://www.ieee.org>, Janeiro 2005.