

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES

DANIEL RICARDO FERREIRA NIKOLOFSKI

A QUARTA GERAÇÃO DAS REDES SEM FIO: BENEFÍCIOS E EVOLUÇÃO

MONOGRAFIA

CURITIBA

2011

DANIEL RICARDO FERREIRA NIKOLOFSKI

A QUARTA GERAÇÃO DAS REDES SEM FIO: BENEFÍCIOS E EVOLUÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Teleinformática e Redes de Computadores, do DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Ricardo Pereira

CURITIBA

2011

RESUMO

NIKOLOFSKI, Daniel Ricardo Ferreira. **A Quarta Geração das Redes Sem Fio: Benefícios e Evolução.** 2011. 27f Monografia - Programa de Pós-Graduação em Teleinformática e Redes de Computadores, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

Este trabalho tem por objetivo verificar a evolução das gerações de rede sem fio, ao mostrar que ocorreram muitas mudanças desde a primeira geração até a que se tem atualmente. O principal benefício dessa evolução é a velocidade de conexão, pois as redes 4G são muito superiores às demais. No entanto as redes 3G ainda são as mais utilizadas no mundo. A quarta geração tem sido aperfeiçoada para que se torne, em um futuro próximo, a rede sem fio mais usada. Existem duas tecnologias principais consideradas 4G: o Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), que já é bastante difundido e o LTE (Long Term Evolution) que promete velocidades ainda maiores que o Wimax.

Palavras-chave: 4G. Velocidade. Evolução.

ABSTRACT

NIKOLOFSKI, Daniel Ricardo Ferreira. **The Fourth Generation of the Wireless Networks: Benefits and Evolution.** 2011. 27f Monograph – Program of Post-Graduation in Teleinformatics and Network Computers, Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2011.

This work has the objective to verify the wireless network generations evolution, showing that a lot of changes occurred since the first generation until the last one. The main benefit of this evolution is the connection speed, because the fourth generation is much more superior than old ones. However the third generation is the most wireless network used around the world. The fourth generation has been improved in order to become in a short term more used than 3G. There are two main technologies considered 4G: the Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), that is much propagated already and the LTE (Long Term Evolution) which promises higher speeds than Wimax.

Key-words: 4G. Speed. Evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de uma antena MIMO.....	18
Figura 2 – Como funciona a conexão Wimax.....	21
Figura 3 – Arquitetura de protocolos Wimax	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de download e upload de acordo com cada tecnologia	12
Tabela 2 – Comparação entre as velocidades de banda larga móvel.....	13
Tabela 3 – Comparação entre 3G e 4G	14
Tabela 4 – Taxas de download e upload do LTE usando MIMO 2x2	14
Tabela 5 – Taxas de download e upload do LTE usando MIMO 4x4	15
Tabela 6 – Taxas de download e upload em cada categoria de dispositivos de rede	15
Tabela 7 – Especificações do IEEE 802.16	20
Tabela 8 – Tipos de acesso Wimax	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMPS - Advanced Mobile Phone

FDMA - Frequency Division Multiple

TDMA - Time Division Multiple Access

CDMA - Code Division Multiple

GSM - Global System for Mobile

GPRS - General Packet Radio

EDGE - Enhanced Data Rates for Global Evolution

1xRTT - 1xRadio Transmission Technology

HSPA - High Speed Packet Access

WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access

IMT-2000 - International Telecommunication Union

WIMAX - Worldwide Interoperability for Microwave

LTE - Long Term Evolution

FDD - Frequency Division Duplex)

TDD - Time Division Duplex)

RF - Radio Frequency

MIMO - Multiple-Input Multiple-Output

EPC - Evolved Packet Core

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	EVOLUÇÃO DAS GERAÇÕES DE COMUNICAÇÃO WIRELESS	10
2.1	PRIMEIRA GERAÇÃO - 1G	10
2.2	SEGUNDA GERAÇÃO - 2G.....	10
2.3	GERAÇÃO 2,5G	11
2.4	TERCEIRA GERAÇÃO - 3G	11
2.5	CARACTERÍSTICAS QUE EVOLUÍRAM DA 1G A 3G.....	12
3.	INTRODUÇÃO AS REDES 4G.....	13
3.1	LTE.....	14
3.1.1	LTE advanced	17
3.1.2	MIMO	17
3.1.3	Flexibilidade do espectro	18
3.1.4	Alcance de rádio	19
3.1.5	Latência reduzida	19
3.1.6	Compatibilidade com sistemas.....	19
3.2	WIMAX	19
3.2.1	Características do Wimax.....	20
3.2.2	O que o pode-se esperar do Wimax	22
4.	CONCLUSÃO.....	25
5.	REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Este projeto de Pesquisa Acadêmica tem como objetivo geral estudar a quarta geração das redes sem fio, também chamadas de redes 4G. Será feito um estudo e comparação das gerações desde os anos 80, quando as primeiras redes analógicas sem fio (1G) foram criadas, até chegar à quarta geração (4G).

As Redes 4G surgiram com o intuito de proporcionar conexões nos modems sem fio e nos celulares, com velocidades bem maiores do que existem atualmente nas redes 3G, podendo ser até 10 vezes mais altas.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizadas as duas principais tecnologias de redes 4G no mundo: as redes LTE e as redes Wimax. Se comparar os dois padrões, não há tantas diferenças, pois ambas oferecem velocidade semelhantes que podem chegar a 72Mbps com o Wimax e a 120Mbps com o LTE, de acordo com o Wimax Forum da 3GPP. E ainda os dois padrões estão ganhando dispositivos compatíveis no mercado.

Resumidamente, este trabalho será, portanto, dividido em dois capítulos, que abordarão as três primeiras gerações de redes sem fio, com características, tecnologias usadas em cada geração e velocidades atingidas, e posteriormente uma abordagem sobre as duas tecnologias principais da quarta geração (Wimax, LTE).

2. EVOLUÇÃO DAS GERAÇÕES DE COMUNICAÇÃO WIRELESS

2.1 PRIMEIRA GERAÇÃO - 1G

A primeira geração de comunicação wireless começou no início dos anos 80 com uma tecnologia chamada AMPS, que é um sistema analógico padrão para telefones móveis. Embora a transmissão analógica não ser considerada avançada, ela deu início aos radio telefones móveis o que na época eram algo bem avançado. Esta tecnologia opera na faixa de frequência de 800 MHz e só permite transmissão de voz. O AMPS foi desenvolvido pelos laboratórios Bell, da AT&T.

Essa geração utilizava o FDMA, o que significava que cada site de celular teria que transmitir em frequências diferentes, permitindo que diversos sites fossem construídos perto uns dos outros. Porém isso tinha a desvantagem que cada site não tinha muita capacidade para efetuar ligações e ainda tinha um sistema de segurança muito ruim o que permitia que pessoas roubassem o código serial dos celulares com o intuito de fazer ligações ilegais.

2.2 SEGUNDA GERAÇÃO - 2G

A segunda geração, já bem mais abrangente, possui três tecnologias principais: a TDMA, a CDMA e a GSM.

A tecnologia TDMA ainda é uma das tecnologias digitais mais usadas no mundo. Ela divide os canais de frequência em até seis intervalos de tempo diferentes, e cada usuário usa um desses espaços para impedir interferências. Opera na frequência de 800 MHz. Outra tecnologia digital, a CDMA, aumentou a capacidade das redes de telefonia celular ao permitir o acesso de muitos usuários simultaneamente em um único canal de estação rádio base. Já a tecnologia GSM, é baseada em chips de memória, desenvolvida na Europa. O GSM foi adotado na maior parte do mundo por permitir taxas de transferências mais rápidas e a portabilidade das informações. Como número da linha, dados pessoais e agenda de contatos ficam armazenados em um chip de memória, é

possível levar as características do assinante para outro aparelho ou rede GSM. Esta tecnologia opera nas faixas de frequência de 900, 1800 e 1900 MHz.

2.3 GERAÇÃO 2,5G

Entre as gerações 2G e 3G, surgiu a geração 2.5G que evoluiu a tecnologia GSM com o GPRS. Isso permitiu que os dados fossem divididos em pacotes, e assim possibilitando uma conexão permanente de dados, com taxas de transmissão variando de 30kbps a 115kbps. O GPRS permite a conexão dos smartphones à Internet, e sua principal vantagem é que os usuários só pagam pelos dados e não pelo tempo de permanência no ar. Além do GPRS, essa geração tem também a tecnologia EDGE que é uma ampliação do GPRS. Essa tecnologia pode transmitir dados a até 384kbps, com taxas médias entre 110kbps e 120kbps. Essas taxas permitem serviços de dados avançados, como streaming de áudio e vídeo, acesso à Internet em alta velocidade e download de arquivos pesados. Assim como a GPRS, a Edge divide os dados em pacotes e oferece conexão permanente de dados, suportando serviços "push-to-talk" que permite uma comunicação na modalidade half-duplex (apenas um sentido), que transforma dispositivos móveis ou fixos de processamento de dados comuns.

2.4 TERCEIRA GERAÇÃO - 3G

A terceira geração foi criada para inovar as redes de comunicação móvel com tecnologias como o CDMA-2000 1x ou 1xRTT que atinge taxas de transmissão superiores a 144kbps e que de certa forma foi o ponto de partida para que hoje existissem altas velocidades de dados e ainda permite total conexão sem fio. O UMTS, assim como o GSPR é uma evolução da GSM, essa tecnologia é baseada em IP (Protocolo de Internet), opera na faixa de 1900 MHz e atinge taxas de transmissão de até 2mbps, a velocidades médias de 220kbps a 320kbps. Ela possibilita serviços de alto consumo de banda, como videoconferência, transmissão de TV, e streaming de áudio e vídeo.

Como é compatível com a GPRS e a Edge, a UMTS pode operar em qualquer uma dessas redes com segurança.

A tecnologia HSPA permite enviar e receber grandes arquivos, jogar online, enviar e receber vídeos e imagens em alta resolução, fazer download de música e permanecer conectado à Internet ou à rede IP do escritório. Pode transmitir dados a uma velocidade de até 5,7Mbps, com taxas mínimas de transferência variando de 144kbps a 384kbps.

A WCDMA utiliza o método de sinalização da tecnologia CDMA para alcançar velocidades mais altas e suportar mais usuários. Este protocolo faz parte do IMT-2000, que é um padrão internacional da 3G. A WCDMA permite atingir velocidades de até 5,7mbps.

2.5 CARACTERÍSTICAS QUE EVOLUÍRAM DA 1G A 3G

A evolução das redes móveis, até chegar à geração 3G, caracteriza-se principalmente pela transmissão de dados em alta velocidade. Na 3G, as operadoras transmitem voz e dados dentro de um espectro de frequência mais amplo que fica entre 1,9 GHz e 2,1GHz. Nas telefonias 2G e 2,5G, os celulares operam na faixa entre 900mhz e 1,8 MHz e atingem taxas de transmissão de até 384 kbps, usando tecnologia EDGE, e de até 85kbps, usando tecnologia GPRS.

Tecnologia	Taxa de download	Taxa de upload
GPRS	de 60kbps a 80kbps	de 20kbps a 40kbps
EDGE	de 177,6kbps a 384kbps	de 59,2kbps a 118,4kbps
WCDMA	de 384kbps a 5,7Mbps	de 144kbps a 384kbps

Tabela 1 – Taxas de download e upload de acordo com cada tecnologia

3. INTRODUÇÃO AS REDES 4G

A Rede 4G é a quarta geração da comunicação wireless. Embora esteja ainda em desenvolvimento, essas redes prometem conexões ainda mais rápidas nos celulares e modems sem fio. Atualmente navegamos na Internet, ouvimos rádios online e assistimos vídeos com velocidades que chegam vão no máximo de 1 Mbps a 3 Mbps dependendo do aparelho e da rede móvel. Já com as redes 4G será possível assistir vídeos em alta definição, realizar videoconferência em altíssima qualidade de áudio e vídeo, e tudo mais que a necessidade do usuário exigir com velocidades até 10 vezes mais altas, podendo chegar a 50mbps.

Atualmente há dois tipos principais de redes 4G no mundo: as redes LTE e as redes Wimax. A grande maioria das operadoras, incluindo aí as pioneiras TeliaSonera e Verizon, estão adotando as redes LTE, principalmente por este ser o padrão adotado pela GSM Association, grupo de empresas de telecomunicações que promovem e evoluem tecnologias de redes móveis. Mesmo assim, existem algumas outras operadoras que adotaram ou estão adotando o Wimax, como a operadora Sprint nos Estados Unidos.

Se compararmos os dois padrões, não há tantas diferenças, pois ambas oferecem velocidade semelhantes que chegam em torno de 100 Mbps, e os dois padrões estão ganhando dispositivos compatíveis no mercado.

Tecnologia Móvel	Velocidade de Banda Larga Móvel
LTE	120 Mbps
Wimax	72 Mbps
3G (HSPA)	14 Mbps

Tabela 2 – Comparação entre as velocidades de banda larga móvel
Fonte: Teleco/Wimax Forum /3GPP

Comparação entre 3G e 4G		
	3G	4G
Driving force	Predomina as transmissões por voz, dados fica em segundo plano	Converge dados e multimídia com serviços sobre IP
Arquitetura da rede	Amplas redes	Integração entre redes Wireless e amplas redes
Banda (bps)	384K - 2M	100M para móveis e 1G para fixos
Banda de Frequencia (GHz)	1.8 - 2.4	2 - 8
Switching	Circuito de comutação de pacotes	Os pacotes são apenas movido
Tecnologia de acesso	CDMA Family	OFDMA Family
QoS e segurança	Não suporta	Suporta
Técnicas de Multi-Antena	Suporta mas limitadamente	Suporta
Serviços de Multicast/Broadcast	Não suporta	Suporta

Tabela 3 – Comparação entre 3G e 4G
Fonte: Artigos: Guia do Hardware (2010)

3.1 LTE

O LTE foi criado pela 3GPP para ser uma evolução do HSPA (3G), oferecendo taxas de download que podem chegar até 100 megabits por canal. Em teoria, ele oferece até 100 megabits de download e 50 megabits de upload usando uma faixa de frequência de 20 MHz (taxas que podem ser ampliadas com o uso de faixas de frequência mais largas, ou com o uso do MIMO), combinados com tempos de latência significativamente mais baixos que nas redes 3G. Como em outros padrões, a velocidade final da rede depende da largura da faixa de frequência usada pela operadora, que por sua vez depende de quanta banda cada uma for capaz de obter nos leilões de frequências e pela configuração de antenas dos clientes. Usando **MIMO 2x2** que foi adotado em todos os aparelhos da primeira geração, pode-se ter:

Frequencia	Taxa de Download	Taxa de Upload
5 MHz	37 megabits	18 megabits
10 MHz	73 megabits	36 megabits
20 MHz	150 megabits	75 megabits

Tabela 4 – Taxas de download e upload do LTE usando MIMO 2x2
Fonte: Artigos: Guia do Hardware (2011)

Se utilizar o **MIMO 4x4** que é difícil de implantar em smartphones devido ao grande número de antenas utilizadas, as taxas de download dobram, mesmo que mantidas a mesma banda de frequência:

Frequencia	Taxa de Download	Taxa de Upload
5 MHz	72 megabits	18 megabits
10 MHz	147 megabits	36 megabits
20 MHz	300 megabits	75 megabits

Tabela 5 – Taxas de download e upload do LTE usando MIMO 4x4
Fonte: Artigos: Guia do Hardware (2011)

Estas taxas mostradas são as taxas máximas teóricas, obtidas apenas em situações ideais e com os clientes muito próximos das antenas. Na prática, não dá pra contar com mais do que 1/4 ou 1/5 da velocidade teórica na maior parte do tempo.

As taxas máximas, de 300mbps para download e 75mbps para upload, são suportadas apenas por aparelhos de categoria 5, que ainda não chegaram ao mercado. Atualmente estão disponíveis apenas aparelhos e modems de categoria 3 e 4, que possuem limites um pouco mais baixos:

Categoria	Taxa de Download	Taxa de Upload
Categoria 1	10 megabits	5 megabits
Categoria 2	50 megabits	25 megabits
Categoria 3	100 megabits	50 megabits
Categoria 4	150 megabits	50 megabits
Categoria 5	300 megabits	75 megabits

Tabela 6 – Taxas de download e upload em cada categoria de dispositivos de rede
Fonte: Artigos: Guia do Hardware (2011)

As categorias 1 e 2 são reservadas a dispositivos de baixo custo, com chipsets mais simples e de baixo consumo. Elas podem vir a chegar ao

mercado equipando smartphones de baixo custo, ou mesmo modems vendidos em conjunto com planos de acesso com baixas quotas de tráfego. Em termos de velocidade eles não são muito interessantes, já que os categoria 1 são mais lentos até mesmo que o HSDPA+HSUPA.

O LTE e o Wimax são similares, no ponto de vista técnico, já que ambos são baseados no padrão OFDMA e utilizam o protocolo IP. A principal diferença técnica é que o LTE divide a banda de transmissão em dois canais dedicados (downstream e upstream) enquanto no Wimax usa um único canal para transmissão e recepção. Apesar disso, o LTE tem uma vantagem econômica, que é o fato de ser parcialmente compatível com a rede GSM, gerando um plano de upgrade mais suave para as operadoras.

No início foi cogitada a possibilidade de usar a faixa dos 700 MHz que atualmente é ocupada atualmente pela TV analógica para o LTE no Brasil, mas como existe a previsão de ocorrer a prorrogação do sinal analógico até 2016, a preferência foi direcionada para a faixa dos 2.5 GHz, que é a mais utilizada no mundo. Porém a implantação no Brasil ainda demorará, uma vez que depois de escolhida a faixa de frequência, terá uma longa espera pelo processo licitatório, antes mesmo que as operadoras iniciem o trabalho na infra-estrutura. Outro fator importante é que diferente do que tivemos na Europa onde a implantação do 3G começou em 2000, as redes 3G das operadoras nacionais são bem mais recentes e todas estão ainda tentando amortizar os investimentos antes de pensarem em novos upgrades.

Apesar disso, já podemos ter uma ideia das mudanças em termos de preços e planos com base no que está sendo feito em outras partes do mundo. Em resumo, o LTE oferece taxas de transmissão mais altas e multiplica a capacidade de transmissão de dados de cada transmissor, permitindo que um número maior de clientes sejam atendidos, e/ou que possam ser oferecidos planos com quotas de tráfego maiores. Entretanto, a boa velocidade oferecida pelas torres precisa ser acompanhada por atualizações na estrutura de interligação e nos links de internet das operadoras para que os ganhos práticos sejam compatíveis.

Uma observação sobre o padrão LTE que está sendo implementado (Release 8) é que ele não inclui suporte a chamadas de voz, que precisam ser

feitas usando a rede 3G ou 2G. O problema central é o demorado chaveamento entre as torres, que acaba inviabilizando chamadas de voz (até mesmo VoIP) enquanto o aparelho está em movimento. A menos que o aparelho utilize um modem dual (como por exemplo o Thunderbolt da HTC), o telefone precisa encerrar todas as transferências de dados ao realizar uma ligação de voz (chaveando para a rede 3G ou 2G) e restabelecer o link de dados depois que ela é finalizada. Esta limitação deve ser solucionada no LTE Release 9, que deve estar disponível até 2012, oferecendo dados e voz simultâneas.

3.1.1 LTE advanced

As tecnologias LTE e Wimax, apesar de serem consideradas tecnologias 4G, na realidade não são. Já LTE Advanced (Release 10) tem sido desenvolvido como um padrão 4G legítimo, capaz de utilizar um espectro de frequência de até 100 MHz, oferecendo taxas de transferência de 1 gigabit para download e 500 megabits para upload, atendendo aos valores propostos pelo ITU-R. Para chegar a estes valores, é incorporado o uso do MIMO e combinando as tradicionais torres de transmissão com dispositivos de baixa potência como femtocells e picocells para melhorar a cobertura e as taxas de transmissão. Juntamente com as taxas de transferência mais altas, os tempos de latência também caem, indo dos 100 ms mínimos que temos atualmente no HSDPA para até 5 ms em situações ideais.

3.1.2 MIMO

A fim de enviar dados através de diferentes caminhos, cujos sinais ocupam a mesma banda RF ao mesmo tempo, levando a altas taxas de transferência, a tecnologia LTE faz uso da técnica MIMO. O sistema de antenas MIMO oferece grande confiabilidade e capacidade para os serviços de banda larga móvel. Essa técnica corresponde a um mecanismo eficiente de desviar dos limites impostos pela Lei de Shannon.

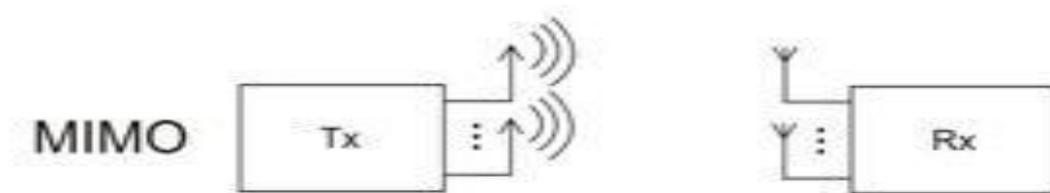


Figura 1 – Exemplo de um antenna MIMO
Fonte: Artigos: Guia do Hardware (2011)

A Lei de Shannon impõe um limite à quantidade de informação que pode ser transmitida em um canal de comunicação, fato devido à presença de ruído. A aplicação de outras técnicas de correção para ambientes com ruído, como redes celulares, tem aproximado o resultado do teto imposto pela Lei de Shannon.

O diferencial da técnica MIMO se baseia pelo fato de que a Lei de Shannon é aplicável a um único canal de transmissão. Como o sistema MIMO cria vários canais entre emissor e receptor, cada canal individualmente fica limitado, porém o conjunto de canais excede tal limite.

3.1.3 Flexibilidade do espectro

A eficiência no uso do espectro faz do sistema LTE um cenário apropriado para suportar um grande número de usuários dentro do espectro disponível, tendo uma largura de banda entre 1,4MHz e 20MHz. A flexibilidade nessa aplicação tem como resultado direto a resistência a interferências entre células na transmissão dos dados, permitindo aumentar o número de usuários por célula na rede.

O suporte a FDD e a TDD na mesma plataforma garante o aproveitamento de diferentes técnicas com o espectro. O FDD faz uso de duas faixas de frequências distintas, onde é possível enviar dados por uma frequência e recebê-los através de outra. Por sua vez, o TDD só utiliza uma única faixa de frequência, transmitindo e enviando em tempos diferentes.

3.1.4 Alcance de rádio

A tecnologia LTE apresenta um ótimo desempenho em um tamanho de célula de até 5 km, sendo possível demonstrar serviço eficaz em células com raio de até 30 km. Um desempenho limitado fica disponível em células com tamanho de raio de até 100 km.

3.1.5 Latência reduzida

A interatividade tende a ser ampliada com o sistema LTE, uma vez que o tempo de transmissão de ida e volta passa a ser reduzido a menos de 10MS, o que pode impulsionar serviços de tempo real com alta qualidade.

3.1.6 Compatibilidade com sistemas

Com uma arquitetura simplificada e interfaces abertas, o LTE tem na arquitetura EPC, baseada nos protocolos TCP/IP, uma importante ferramenta para a comunicação com diferentes redes, tanto fixas como móveis.

3.2 WIMAX

O Wimax ou 802.16, é um padrão criado para redes wireless de longa distância. Este padrão pode ser usado para criar links de longa distância, ou ainda para oferecer acesso à web em grandes áreas, utilizando um formato em que ele concorre com os padrões de telefonia. As redes Wimax oferecem uma cobertura muito maior que as redes WiFi (802.11g e 802.11n) e utiliza um volume menor de pontos de acesso.

Especificações do IEEE 802.16	
Alcance	raio de 50km a partir da estação base
Velocidade	70 megabits por segundo
Bandas de frequência	2 a 11GHz e 10 a 66GHz (bandas licenciadas e não-licenciadas)
A linha de visão não é necessária entre o usuário e a estação-base	
Define ambas as camadas MAC e PHY e permite especificações múltiplas de camadas PHY.	

Tabela 7 – Especificações do IEEE 802.16
Fonte: IEEE (2010)

3.2.1 Características do Wimax

O Wimax funciona como o WiFi, porém em distancias maiores, com velocidades mais altas e um número bem maior de usuários. Em um futuro próximo, o Wimax pode acabar com as áreas que hoje não têm acesso à Internet de banda larga, basta que as empresas de telefonia e TV a cabo levem os cabos necessários a áreas que ainda não tem cobertura.

O sistema Wimax consiste em duas partes, a primeira é uma torre parecida com a torre de telefonia celular, porém uma única torre Wimax pode fornecer uma área muito abrangente, aproximadamente 8.000 km². A segunda parte de um sistema Wimax é o receptor Wimax que pode ser uma caixa pequena ou cartão PCMCIA, ou ainda poderiam ser integrados ao laptop assim como o WiFi é feito atualmente.

Uma torre Wimax pode conectar-se diretamente à Internet utilizando uma conexão com fio de alta largura de banda, um exemplo seria a utilização de uma linha T3. Uma torre Wimax pode ainda conectar-se a outra torre Wimax utilizando um link de microondas em linha de visada, esta conexão que é geralmente chamada de backhaul, se junta com a capacidade de uma única torre que cobre até 8.000 km², e assim permite ao Wimax fornecer cobertura a áreas mais remotas.

3.2.2 O que o pode-se esperar do Wimax

O Wimax envia dados de um computador para outro via sinais de rádio, ou seja, com os mesmos princípios básicos da tecnologia WiFi. Um dispositivo que esteja equipado com Wimax recebe dados da estação transmissora de Wimax, usando chaves de dados criptografados, com o objetivo de evitar que usuários não autorizados roubem acesso.

Enquanto as conexões WiFi são capazes de transmitir no máximo 54mbps, isso em condições muito boas, o Wimax é capaz de transmitir 70mbps, o que significa que mesmo que diversas empresas e/ou residências, dividam esses 70mbps, cada usuário teria taxas de transferência no mínimo equivalentes às da Internet a cabo. Mas para ter uma idéia dos benefícios do Wimax, o melhor quesito para uma comparação com as tecnologias atuais é o alcance que essa tecnologia tem. O Wimax pode cobrir uma área de 50km com acesso sem fio enquanto o WiFi tem um alcance de apenas 30 metros.

Os transmissores Wimax podem operar em diversas faixas de frequência, entre elas a faixa dos 2.5 GHz, 3.5 GHz e dos 10.5 GHz, com alcance que pode chegar a 40km em campo aberto, ou até 12km com a presença de obstáculos e velocidade de transmissão de até 70mbps, com o uso de canais de 20MHz. Porém os 70mbps são atingidos apenas a curtas distâncias e a velocidade decai progressivamente, de acordo com a distância e a sensibilidade da antena usada no cliente. Para ter um valor mais real, em uma área de média cobertura, seria em algo por volta de 6mbps a 12mbps reais.

Existem padrões de Wimax para acesso fixo, o 802.16-2004 ou 802.16d e também para acesso móvel, o 802.16e, que serviu como base para as implementações em redes de telefonia. A grande diferença entre os dois é que o primeiro não suporta comutação, ou seja, a conexão cai ao sair da área atendida pelo transmissor, enquanto no segundo o cliente pode se deslocar livremente em toda a área atendida, já que o chaveamento entre os diferentes transmissores é feito automaticamente, assim como nas redes de celular.

A versão atual do padrão IEEE 802.16 (IEEE 802.16-2004) especifica interface aérea para frequências até 66ghz e inclui a camada de enlace de

dados (MAC) e múltiplas camadas físicas (PHY), como mostra a figura abaixo ilustrando a arquitetura de protocolos:

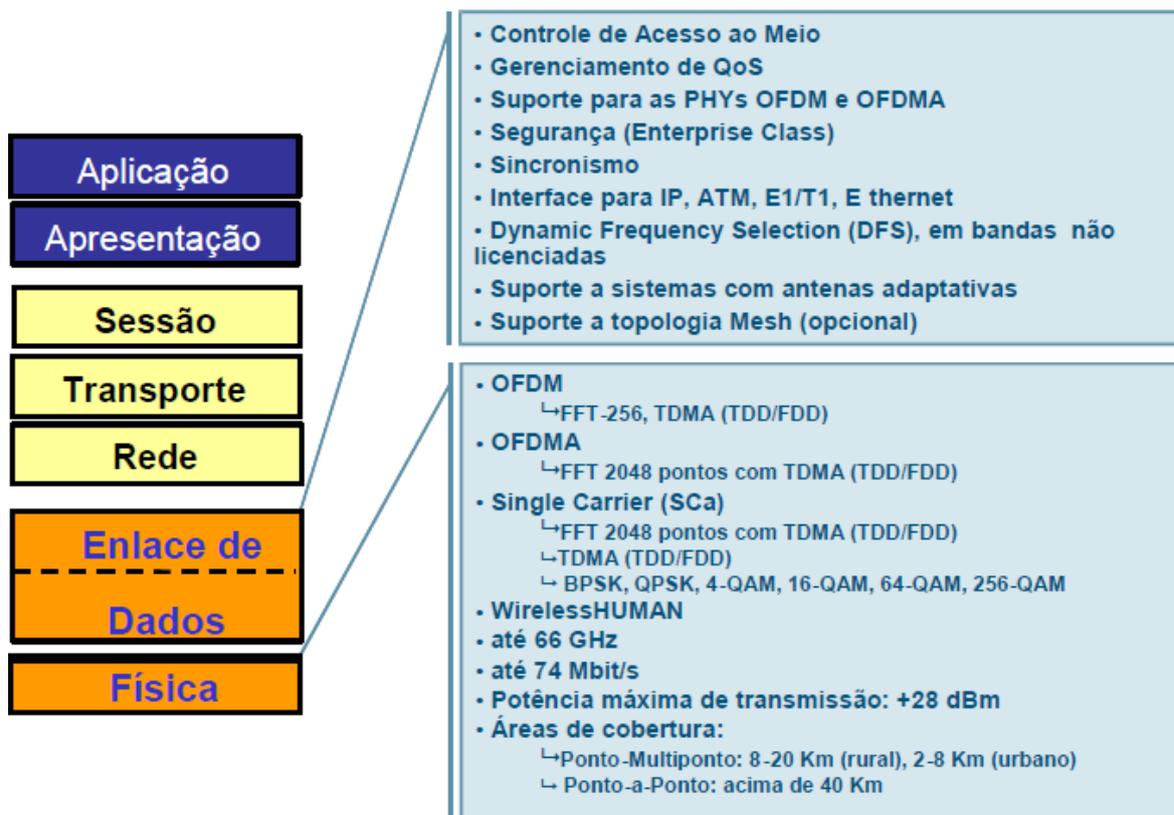


Figura 3 – Arquitetura de protocolos WiMax
Fonte: Revista de WiMax (2010)

A camada MAC tem a função de controle de acesso ao meio e de garantia do nível de QoS na interface aérea, por meio de mecanismos dinâmicos de reserva de banda e priorização de tráfego. Adicionalmente, o suporte a múltiplas interfaces para camadas físicas e para a rede-núcleo bem como os mecanismos de sincronismo e segurança da informação constitui o conjunto principal de funcionalidades que a camada MAC especifica no padrão 802.16. A integração das versões de camadas MAC e física originam as versões atuais especificadas para a tecnologia WiMax.

A principal vantagem do WiMax é que ele é uma tecnologia parecida com o Wi-Fi, de forma que as placas e os receptores são bastante acessíveis caso produzidos em volume. Isso permite que smartphones como o HTC EVO 4G por exemplo, sejam simultaneamente compatíveis com o WiMax e com o

HSDPA, que é utilizado automaticamente como sistema de fallback nas áreas onde o Wimax não esteja disponível. A desvantagem em relação ao LTE é que o Wimax é a princípio bem mais lento, com implementações como a da Clearwire (nos EUA), que optou pelo uso de canais de 10mhz oferecendo taxas de transferência reais na cada dos 3mbps a 6mbps.

Um novo padrão, o IEEE 802.16m ou Wimax 2, está em fase de aprovação, oferecendo taxas de transmissão mais altas e compatibilidade retroativa com o padrão original. Dentro do proposto, usando uma faixa de frequência de 20MHz e clientes usando um receptor MIMO 4x2, seria possível oferecer 120mbps de download e 60mbps de upload, o que permitiria uma concorrência direta contra a versão inicial do LTE.

A tabela abaixo mostra um sumário dos tipos de acesso de sistemas Wimax, relacionando ao padrão que possibilita cada acesso, de acordo com os padrões Wimax propostos pelo IEEE.

Definição	Dispositivos	Localidade/Velocidade	Handoff	802.16 rev 2004	802.16e
Acesso Fixo	CPEs indoor e outdoor	Simples/Estacionário	Não	Sim	Sim
Acesso Nomádico	CPEs indoor, cartões PCMCIA	Múltipla/Estacionário	Não	Sim	Sim
Portabilidade	Cartões PCMCIA ou mini-cartões	Múltipla/Velocidade de caminhada	Hard handoff	Não	Sim
Mobilidade simples	Cartões PCMCIA ou mini-cartões, PDAs ou smartphones	Múltipla/Baixa velocidade de automóvel	Hard handoff	Não	Sim
Mobilidade total	Cartões PCMCIA ou mini-cartões, PDAs ou smartphones	Múltipla/Alta velocidade de automóvel	Soft handoff	Não	Sim

Tabela 8 – Tipos de acesso Wimax
Fonte: IEEE (2009)

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho de pesquisa acadêmica foram apresentadas as 4 gerações de redes sem fio e como elas evoluíram ao longo de 30 anos. Porém, o foco principal desta monografia foi descrever as características e os benefícios das tecnologias 4G, como o LTE e o Wimax.

O Wimax foi criado para fazer acesso a redes de banda larga disponíveis através de um mecanismo de point-to-multipoint ou ponto-a-multipontos, sem desperdícios ou limitação com a distância associados com obstáculos na conexão. Um ponto crítico para esta ser uma tecnologia emergente e de sucesso com as aplicações Wimax é a capacidade de gerar, detectar, demodular e solucionar problemas de sinais da camada física.

Já o LTE e o LTE-Advanced tem potencial para melhorar as implementações atuais de redes 3GPP e possibilitar oportunidades significativas para novos serviços. Porém, o sucesso comercial do LTE requer a disponibilidade de soluções de medição que trabalhando em paralelo com o desenvolvimento de novos padrões.

As tecnologias 4G Wimax e LTE nem foram totalmente exploradas e implantadas e já existem estudos sobre a quinta geração das redes sem fio (5G) que promete ser a próxima grande fase dos padrões de telecomunicações móveis, além dos padrões 4G que ainda estão por vir e que se tem uma expectativa de serem finalizados entre 2011 e 2013 aproximadamente.

Atualmente, 5G não é um termo oficialmente usado por nenhuma especificação em particular e também nenhum documento oficial já publicado por empresas de telecomunicações ou órgãos de padronização, assim como 3GPP, Wimax Forum or ITU-R. Novas versões de padrão de redes móveis que vão além do 4G estão em progresso por esses órgãos de padronização, mas ainda são considerados pertencentes ao 4G.

5. REFERÊNCIAS

- AL-SHAHRANI, A.; AL-OLYANI, H. LTE, 2008. Disponível em: http://systems.ihp-icruelectronics.com/uploads/downloads/2008_MK2_Z09.pdf. Acesso em: 27/05/2011
- BROWN, Adama D. Brighthand FAQ: What Are the Wireless Networking Options Going to Be in the Future?, 2008. Disponível em: <http://www.brighthand.com/default.asp?newsID=14011>. Acesso em: 17/04/2011
- CARVALHO, Maurício. Preparem-se Redes 4G estão chegando, 2011. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2011/01/preparem-se-redes-4g-estao-chegando.html>. Acesso em: 22/01/2011
- CONSULTING, Senza Fili. Wimax Forum: “Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e Wimax networks”, 2005. Disponível em: <http://www.wimaxforum.org/technology>. Acesso em: 18/04/2011
- GRABIANOWSKI, Edward e BRAIN, Marshall. Como funciona o Wimax – Informática, 2004 - 2007. Disponível em: <http://informatica.hsw.uol.com.br/wimax.htm>. Acesso em: 30/05/2011
- IDG Now!. Wimax tem vantagem sobre LTE para acesso móvel 4G, afirma In-Stat, 2009. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/telecom/2009/02/25/wimax-tem-vantagem-sobre-lte-para-acesso-movel-4g-afirma-in-stat/>. Acesso em: 17/06/2011
- MORIMOTO, Carlos E. Artigo: HSPA-Wimax-LTE, 2011. Disponível em: <http://www.hardware.com.br/artigos/hspa-wimax-lte/>. Acesso em: 10/02/2011
- OHRTMAN, Frank. “Wimax Handbook – Building 802.16 wireless networks”, 2007. Disponível em: http://www.cpqd.com.br/file.upload/sas1437_tecnologia_wimax_port_v02.pdf. Acesso em: 15/06/2011
- RIBEIRO, Gisele. Telefonia 3G, 2011. Disponível em: <http://informatica.hsw.uol.com.br/telefonia-3g.htm>. Acesso em: 10/02/2011
- RNP. O que é Wimax?, 2005. Disponível em: <http://www.rnp.br/noticias/2005/not-050927-coord.html>. Acesso em: 14/03/2011

RODRIGUES, Márcio Eduardo da Costa. Redes Wimax – Aspectos de Arquitetura e Planejamento, 2004. Disponível em:

http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio_rodrigues/wimax/wimax_04.html

Acesso em: 14/05/2011

YI, Leo, MIAO, Kai e LIU, Adrian, Departamento de pesquisas em IT, Centro de pesquisas Intel da China, 8F Raycom Infotech Park A, No. 2, Kexueyuan South Rd, Beijing, China. A Comparative Study of WiMAX and LTE as the Next Generation Mobile Enterprise Network, 2011

Acesso em: 18/04/2011



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do *Campus* Curitiba
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Especialização em Teleinformática e Redes de Computadores



TERMO DE APROVAÇÃO

A QUARTA GERAÇÃO DAS REDES SEM FIO: BENEFÍCIOS E EVOLUÇÃO.

por

Daniel Ricardo Ferreira Nikolofski

Esta dissertação foi apresentada às 17h20min do dia 25 de agosto de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM TELEINFORMÁTICA E REDES DE COMPUTADORES, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado com a nota *8,0 (OITO INTEIROS)*

Prof. Ricardo Carvalho Pereira
(TIM)

Prof. Walter Godoy Júnior
(UTFPR)

Visto da Coordenação

Prof. Dr. Walter Godoy Júnior
Coordenador do Curso