

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE – UNI-RN
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

NELSON PEIXOTO TEIXEIRA FILHO

LTE (LONG TERM EVOLUTION): A EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

LTE (LONG TERM EVOLUTION): A EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Sistemas de Informação
do Centro Universitário do Rio Grande
do Norte para obtenção parcial dos
créditos da disciplina de Engenharia de
Sistemas de Informação.

Assinatura:

Prof. M.Sc. Nelson Peixoto Teixeira Filho

NATAL / RN
2012

NELSON PEIXOTO TEIXEIRA FILHO

LTE (LONG TERM EVOLUTION): A EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Sistema de Informação do Centro Universitário do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistema de Informação.

Orientador:

Prof. M.Sc Aluizio Ferreira da Rocha Neto,

Natal/RN
2012

BIBLIOTECA UNI-RN

004.7 T266I - RB: 37277 (M002091)

Título: LTE (Long Term Evolution) : e a

Autoria: Teixeira Filho, Nelson Peixoto
2012, ex. 1

**Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN
Setor de Processos Técnicos**

Teixeira Filho, Nelson Peixoto.

LTE (Long Term Evolution): a evolução das redes móveis / Nelson Peixoto
Teixeira Filho. – Natal, 2012.

38f.

Orientador: Profº. Aluizio Ferreira da Rocha Neto (Msc.)

Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Centro
Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Informática - Monografia. 2. Redes Móveis - Monografia. 3. Largura de
Banda - Monografia. 4. LTE - Monografia. I. Rocha Neto, Aluizio Ferreira da.
II. Título.

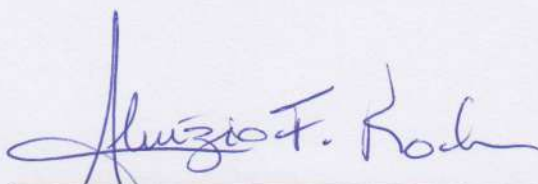
RN/UNI-RN/BC

CDU 004

NELSON PEIXOTO TEIXEIRA FILHO

LTE (LONG TERM EVOLUTION): A EVOLUÇÃO DAS REDES MÓVEIS

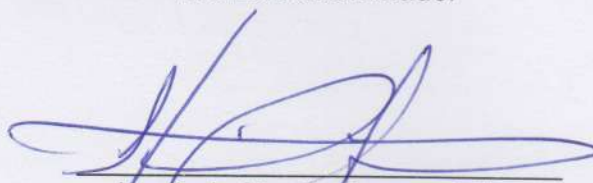
Monografia apresentada e aprovada em 12 de dezembro de 2012, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Aluizio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.
Orientador



Rômulo Fagundes Cantanhede
Membro examinador



Itamir de Moraes Barroca Filho
Membro examinador

Natal/RN
2012

"Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do futuro que deixa de existir."

Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

Especialmente agradeço a DEUS, pois sem ele não seria quem sou.

Agradeço aos meus pais Vero e Nelson, por sempre serem do meu lado, me incentivando e me dando forças, meus irmãos Nelson e Vanda, pelo apoio de sempre.

A minha esposa e filhos Jennifer e Jonathan, aos meus familiares, em especial meus tios Valdeir e Raimundo.

A todos de 2009.1

Aos meus amigos que de alguma maneira me auxiliaram a realizar este sonho, em especial Daniel Franklin, Anderson Alves e Maribel Almeida.

Aos meus professores pelo apoio e dedicação de sempre em especial ao Professor Aurio Rocha pelo auxílio, ensinamentos e a orientação e mim concedida a concluir este trabalho.

Aos meus colegas da UNIRN Professores Dalva, Peleca da Cunha Lima que me apoiou e me incentivou desde o início.

A Pró-Reitoria Acadêmica Professora Fátima Oliveira de Lara M. de Medeiros pelo grande apoio, incentivo e oportunidades a mim concedidas.

Enfim, dedico a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

Dedico este trabalho a meus queridos pais que desde a minha infância tem dado grande incentivo ao meu desenvolvimento intelectual. Sem vocês eu não teria compreendido a grande importância do SABER.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a DEUS, pois sem ele não seria quem sou.

Agradeço aos meus pais Vera e Nelson, por estarem sempre do meu lado, me incentivando e me dando forças, meus irmãos Nilson e Valéria pelo apoio de sempre.

À minha esposa e filho: Jennifer e Jonathan, aos meus familiares, em especial meus tios Valdete e Rejane.

À turma de BSI 2009.1.

Aos meus amigos que de alguma maneira me auxiliaram a realizar este sonho, em especial Daniel Franklin, Anderson Alves e Martinelle Almeida.

Aos meus professores pelo apoio e dedicação de sempre em especial ao Professor Aluizio Rocha pelo auxílio, ensinamentos e a orientação a mim concedida a concluir deste trabalho.

Ao reitor do UNIRN Professor Daladier Pessoa da Cunha Lima que me apoiou e me incentivou desde o início.

À Pró-Reitora Acadêmica Professora Fátima Cristina de Lara M. de Medeiros pelo grande apoio, incentivo e oportunidades a mim concedidas.

Enfim, dedico a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

RESUMO

O desenvolvimento da tecnologia da terceira geração de celulares ou 3G caminha a curtos passos em vários países do mundo, aqui no Brasil não é diferente. Mal conhecemos esta tecnologia e já nos surge a grande oportunidade da conquista da evolução das redes móveis, a chamada 4G. Para acompanhar esta evolução e criação de novos serviços disponíveis na Internet, foi-se necessário obter uma maior largura de banda, altas taxas de transmissão de dados, latências mais baixas e a disponibilização de vários serviços que até então não eram acessíveis pelas redes móveis. Requisitos como estes, fizeram surgir a tecnologia que pretende evoluir as redes da terceira geração. A técnica conhecida como LTE Long Term Evolution ou Evolução a Curto Prazo, vem trazendo os avanços necessários, principalmente para conseguir os principais requisitos impostos pela ITU International Telecommunications Union ou União Internacional de Telecomunicações para a conquista da quarta geração de celulares 4G.

Palavras-chave: Redes móveis, Largura de banda, Altas taxas de transmissão de dados, Latências mais baixas, LTE.

ABSTRACT

The development of third generation mobile technology or 3G walks the short steps in countries around the world, here in Brazil is no different. Barely know the third generation of mobile phones and now comes the great opportunity in the conquest of the evolution of mobile networks, called 4G. To follow this evolution and creation of new services available on the Internet was a need for greater bandwidth, higher data transmission rates, lower latencies and availability of various services that previously were not accessible by mobile networks. Requirements such as these have given rise to the technology you want to evolve networks of the third generation. The so-called LTE or Long Term Evolution, is bringing the necessary advances, mainly to get the main requirements imposed by ITU or International Telecommunication Union to conquer the fourth generation 4G handsets.

Keywords: Mobile networks, Bandwidth, High rates of data transmission, lower latency, LTE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 MIMO e variantes.....	23
Figura 2 Objeto do leilão	29
Tabela 4 Quantidade de redes LTE no mundo	27
Tabela 5 Disponíveis LTE no mundo	28
Tabela 6 Reguladora do leilão	30
Tabela 7 Redes LTE em operação comercial no mundo	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Crescimento da banda larga 2005-2012.....	26
Gráfico 2 Crescimento do tráfego de voz e dados nas redes WCDMA no mundo	27
Gráfico 3 Tráfego e mercado – o pulso da sociedade conectada	29

3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	Redes de telefonia móvel digital de quarta geração
CDMA	Code Division Multiple Access
DVB	Digital Video Broadcasting
HDTV	High Definition Television
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunications Union
LTE	Long term Evolution
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MMS	Multimedia Messaging Service
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Duplex
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave

LISTA DE SIGLAS

2G	Redes de telefonia móvel digital de segunda geração
3G	Redes de telefonia móvel digital de terceira geração
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	Redes de telefonia móvel digital de quarta geração
CDMA	Code Division Multiple Access
DVB	Digital Video Broadcasting
HDTV	High Definition Television
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunications Union
LTE	Long term Evolution
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MMS	Multimedia Messaging Service
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Duplex
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivos Específicos	16
1.2	MOTIVAÇÃO	16
1.3	METODOLOGIA	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	O PRIMEIRO CELULAR E SUAS EVOLUÇÕES.....	17
2.2	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE VOZ E VÍDEO	17
2.3	PROTOCOLOS DE REDES.....	18
2.4	CONVERGÊNCIA	18
2.5	QUALIDADE DE SERVIÇO (QOS).....	19
2.6	TECNOLOGIAS DE ACESSO SEM FIO.....	20
2.7	OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO	20
3	A TECNOLOGIA LTE.....	22
3.1	ALGUMAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	22
3.2	LTE E SEU IMPACTO NO MERCADO	24
3.3	BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES E OPERADORAS	25
3.4	PRINCIPAIS SERVIÇOS.....	25
3.5	LTE NO MUNDO.....	26
3.6	LTE NO BRASIL.....	29
4	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
	ANEXOS	35

1 INTRODUÇÃO

Muitos aspectos mudaram desde a primeira geração de celulares (1G). Naquela época o sinal era analógico e suscetível a interferências. Havia também um grande problema com a segurança da informação, pois, a falta de criptografia permitia que o sinal fosse interceptado, deixando assim o telefone vulnerável, permitindo assim a clonagem do telefone.

Logo surgiu a segunda geração (2G). A chegada desta geração proporcionou maior confiabilidade, visto que seu sinal era digital e a informação poderia ser codificada. Com esta geração, ganhou-se também uma nova funcionalidade, o SMS. Os aparelhos e baterias ganharam uma nova aparência, visto que o sinal digital exigia menos largura de banda e consumia menos bateria.

A terceira geração (3G) deu um grande salto quando se fala em comunicação. Começou a ser desenvolvida em 1992, porém, só após nove anos começou a ser implantada. Sua iniciação se deu no Japão e logo após, a Coreia também iniciou a transição das redes 2G para a 3G. A geração 3G trouxe consigo uma maior largura de banda e uma maior amplitude na cobertura. O padrão 3G proporcionou que novos serviços fossem desenvolvidos, como por exemplo: aplicações via internet, realização de videochamadas e até assistir TV via internet pelo celular.

Já a quarta geração (4G) traz como grande atrativo a convergência de uma grande variedade de serviços, até então somente acessíveis na banda larga fixa. A quarta geração de celulares vem sendo disputadas por dois grandes gigantes da telecomunicação, são eles o WIMAX e o LTE. Ambas partem da ideia de trafegar dados e informações através de IP. Porém a grande diferença é que o LTE é basicamente uma evolução natural dos padrões da terceira geração de celulares 3G. Devido às características de operabilidade e estruturais, o 4G tem todos os indícios e grandes chances de ser personificado pelo LTE, pois ele pretende revolucionar o cenário que temos hoje como 3G.

A quarta geração virá suportando um número maior de protocolos utilizados na internet e traz como grande atrativo a convergência de uma grande variedade de serviços que até então somente eram acessíveis na banda larga fixa, ela está sendo desenvolvida prevendo conexões de velocidade entre 100 Mbps em movimento e 5 Gbps em repouso e serviços como MMS, vídeo chat, mobile TV, conteúdo HDTV, DVB também estão sendo previstos com a utilização do LTE.

A ideia é estarmos conectados o tempo todo em altíssima velocidade e em qualquer lugar. O LTE ainda elimina a limitação que as redes 2 e 3G impõe a uma determinada região, como um certo número de usuários por determinada célula ou área.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a tecnologia que promete ser a sucessora da terceira geração das redes celulares, apontando suas principais características e como ela vem avançando em busca da evolução das redes móveis.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, as seguintes etapas foram seguidas neste trabalho:

- Identificar a tecnologia de ponta, pretendente ao cargo da quarta geração das redes celulares 4G;
- Comparar de forma sucinta com a tecnologia anterior 3G;
- Analisar as melhorias e benefícios oferecidos aos consumidores e operadores;

1.2 MOTIVAÇÃO

Devido à rápida evolução das redes sem fio e o interesse em conhecer essas tecnologias de ponta, tornou-se essencial um estudo sobre o que é, como funciona e o que esta tecnologia irá trazer de benefícios para o usuário final.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa exploratória foi o principal método de pesquisa. No trabalho será realizada uma análise da tecnologia LTE, bem como os aspectos que fazem com que esta tecnologia seja a sucessora das próximas redes móveis, apontando as suas principais características e vantagens. Também será abordada a utilização desta tecnologia no Brasil e no mundo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O PRIMEIRO CELULAR E SUAS EVOLUÇÕES

Entre os anos de 1947 e 1973, várias empresas competiam em busca da grande conquista na criação do celular. Primeiramente surgiram como não portáteis, tanto que grande parte foi desenvolvido para instalação em carros. E a maioria pesava cerca de 1kg e tinha dimensões de aproximadamente 30 centímetros de altura.

Ocorreu em abril de 1973 em Nova York, quando a Motorola e Bell Labs travaram uma disputa acirrada pelo desenvolvimento do telefone celular portátil. O engenheiro da Motorola Martin Cooper tinha acabado de montar uma estação rádio base experimental no topo de um prédio em Nova York. Caminhou até a calçada do hotel em Manhattan Hilton, pegou o protótipo do telefone e fez uma ligação para os seus rivais da Bell Labs, este ato foi para mostrar que eles haviam perdido a batalha. Com este gesto, Cooper entrou para a história como o pai do telefone celular (GRECO, 2003).

Taurion (2001, p. 17) define a evolução das redes celulares da seguinte forma

A indústria classifica os sistemas de telefonia celular em gerações: a primeira geração (1G) analógica; a segunda geração (2G), já digital e em uso intenso no Brasil; a segunda e meia geração (2.5G), com melhorias significativas em capacidade de transmissão de dados e na adoção da tecnologia de pacotes (...); a terceira geração (3G), ainda em experiências iniciais no Japão e na Europa. E já em desenvolvimento a 4G.

2.2 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DE VOZ E VÍDEO

A comunicação de voz e vídeo está sendo prevista com a utilização do LTE, a tecnologia é embasada na comutação por pacotes do protocolo IP e incorpora em um único canal os dados transferidos como os de voz e dados. Sendo assim, o LTE permite que dados e voz trafeguem em um mesmo canal de comunicação sem que exista interferência entre ambos.

Os sistemas de telecomunicação são "combinação de hardware e software que transmite informações (textos, dados, gráficos e voz) de um local para outro" Turban *apud* DUARTE (2011, p. 7).

Para Gallo e Hancock (2003), o serviço de transmissão oferecido pelas companhias telefônicas e projetado para transmissão de voz, não deve ser apenas de voz, mas também devem transmitir arquivos multimídia (por exemplo, vídeo e dados).

O objetivo das redes da próxima geração é a utilização de uma plataforma onde estejam integrados dados, voz e vídeo, para que trafeguem pelo mesmo canal. O conceito Triple Play baseia-se nesta estrutura, onde promove interoperabilidade entre tecnologias distintas de acesso à banda larga, gerando assim convergência entre as tecnologias de acesso fixo e móvel (ROTHENBERG e FIGUEIREDO, 2012 p. 2).

2.3 PROTOCOLOS DE REDES

Procedimentos, regras ou especificações formais, entende-se que estes quesitos formam os protocolos. Quando aplicado a redes, um protocolo é uma regra específica aplicada a comunicação dois meios.

Segundo Hancock e Gallo (2003, p. 629), os protocolos são responsáveis por estabelecer procedimentos e regras que serão usados nas linguagens, especificações e regras de comunicação para cada serviço a ser utilizado.

2.4 CONVERGÊNCIA

Convergência IP se refere à capacidade da Internet de agir como uma base única para várias funções que, tradicionalmente, têm suas próprias plataformas. O sistema de telefonia é um bom exemplo. A Rede Pública de Telefonia Comutada (RPTC ou PSTN) suporta o tradicional sistema de telefonia. Essa é uma rede de fios de cobre, placas de circuitos e switches que transmitem dados de voz analógica de um telefone para outro. Muito dessa rede já foi convertida para um sistema digital (STRICKLAND – 2012).

Um dos grandes atrativos da próxima geração das redes móveis (4G) é a convergência de uma grande variedade de serviços, que até então estes serviços não eram acessíveis pelas redes móveis, pois apenas conexões de altas velocidades suportavam o acesso, tais como está sendo desenvolvido, prevendo oferecer serviços baseados em banda larga móvel tais como Multimedia Messaging Service (MMS), video chat, mobile TV, conteúdo HDTV, Digital Video Broadcasting (DVB), serviços básicos como voz e dados, sempre no conceito de uso em qualquer local e a qualquer momento. Todos os serviços deverão ser prestados tendo como

premissas a otimização do uso de espectro, troca de pacotes em ambiente IP, grande capacidade de utilizadores simultâneos, banda mínima de 100 Mbit/s para usuários móveis e 1 Gbit/s para estações fixas, interoperabilidade entre os diversos padrões de redes sem fio. Outro fator é que a tecnologia trará melhoria na qualidade de vida e acesso a serviços básicos tais como comunicação e serviços públicos antes indisponíveis ou precários à população (<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/>).¹

Nexg Intel *apud* VASCONCELOS (2010, p. 1):

As mudanças no mercado de telecomunicações no Brasil e no mundo começam a exigir um outro tipo de rede, em que convergem dados, voz e todas as novas aplicações multimídia como vídeo sob demanda, jogos online, e-learning, Web conferencing e outras aplicações.

2.5 QUALIDADE DE SERVIÇO (QOS)

O LTE prevê uma estrutura de QoS bem mais robusta do que a oferecida pelas tecnologias anteriores, ele utilizará praticamente a mesma estrutura da tecnologia 3G, porém será implementada para suportar uma maior quantidade de tráfego de bits.

Para Santana (2010, p. 6), "Qualidade de Serviço (QoS) é um requisito da(s) aplicação(ões) para a qual exige-se que determinados parâmetros (atrasos, vazão, perdas, [...]) estejam dentro de limites bem definidos (valor mínimo, valor máximo)".

A 4G é baseada totalmente em IP, alcançando a convergência entre as redes de cabo e sem fio assim como computadores, dispositivos eletrônicos e tecnologias de informação para prover velocidades de acesso entre 100 Mbps em movimento e 5 Gbps em repouso, mantendo uma qualidade de serviço (QoS) ponto-a-ponto de alta segurança para permitir oferecer serviços de qualquer tipo, a qualquer momento e em qualquer lugar. (<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/>).²

¹ (Disponível em:

<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/1982/1/3G_IntroducaoemCV_CosnPublica.pdf> Acesso em: 16 de Novembro de 2012)

² (Disponível em:

<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/1982/1/3G_IntroducaoemCV_CosnPublica.pdf> Acesso em: 16 de Novembro de 2012)

2.6 TECNOLOGIAS DE ACESSO SEM FIO

A união das comunicações, computadores e outros meios, têm criado produtos que permitem que as pessoas possam transferir dados sem fio. O grande crescimento no transporte de dados sem fio é alimentado principalmente pela proliferação de computadores portáteis, tais como (notebooks, smarthphones, tablets, entre outros) (<http://www.intragov.sp.gov.br/>)³

A plataforma VoIP transforma os sinais de voz (analógicos) em pacotes digitais para transmissão tanto na Internet quanto na Intranet. Estes pacotes são compactados para transmissão a um segundo portal, no qual eles serão novamente compactados, dessa vez em sinais de som analógicos, e enviados ao receptor (<http://www.clubedohardware.com.br/>).⁴

2.7 OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO

O LTE trará grandes oportunidades de negócio, as operadoras de telefonia já visam à tecnologia como o futuro da telecomunicação.

Com o uso das redes convergentes, é possível que haja uma redução de custos operacionais por partes das empresas atuantes neste mercado visto que as redes atuais são totalmente compatíveis com as redes da próxima geração, gerando assim em torno de uma redução de até 40% dos custos efetivos e de manutenção da rede (<http://www.teleco.com.br/>).⁵

Como serviços multimídia em expansão, que podem gerar grande economia quando utilizados nas empresas de grande porte ou mesmo de médio e pequeno, podemos citar: vídeo sob demanda, conferencia via web, e-learning, teletrabalho e telemedicina. A demanda por aplicações multimídia vem crescendo em ritmo acelerado em todo o mundo, atingindo o publico residencial e corporativo.

“Estudos realizados pelo instituto de pesquisa Gartner Groupb mostra que esses serviços baseados em aplicações multimídia podem gerar aumentos de até 20% nas receitas geradas por usuários” (<http://www.teleco.com.br/>).⁸

³ (Disponível em: <<http://www.intragov.sp.gov.br/menu princ/conceitos.html>> Acesso em: 15 de Novembro de 2012)

⁴ (Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/99>> Acesso em: 16 de Outubro de 2012)

⁵ (Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialngnconverg/default.asp>> Acesso em: 12 de Outubro de 2012)

Nexg Intel *apud* VASCONCELOS (2010, p. 39):

O Gartner Group é uma empresa de consultoria e pesquisa, altamente conceituada no mundo, voltada para operações em TI (Tecnologia da informação) "um estudo do Gartner Group demonstra que as operadoras podem dobrar o fluxo de caixa empregando a abordagem Triple Play quando comparada à exploração exclusiva do serviço". Estes novos serviços voltados para o triple play (ter voz, vídeo e dados em um mesmo canal), irá envolver novos valores inovadores em operações multimídia.

Correa *apud* VASCONCELOS (2010, p. 39):

A convergência de ambientes distintos como telefonia, TV e internet, integrados em um serviço triple play, criará inimagináveis possibilidades e uma variedade de serviços de comunicação, permitindo assim a redução de custos em investimentos por partes das operadoras e um aumento no número de clientes, pois esta combinação trará num próximo futuro próximo o aumento na lucratividade das receitas.

3.1. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Uma das tecnologias fundamentais utilizadas pelo LTE é a operação MIMO (Multiple Input Multiple Output). Esta técnica está ganhando cada vez mais importância nas comunicações de rede sem fio, pois ela emprega múltiplas antenas tanto no receptor quanto no transmissor, melhorando assim a taxa de dados, reduzindo os erros e utiliza eficientemente o espectro de radiofrequência. Em sistemas MIMO há várias antenas presentes no sistema de comunicação. As quatro antenas podem ser multiplexadas, como mostra a figura 1.

Outra característica importante é a flexibilidade da largura de banda, isto significa que o LTE opera com diferentes larguras de banda tanto no downlink quanto no uplink. A principal razão para isto, é que a quantidade de canais disponíveis para implementação do LTE pode variar entre diferentes bandas de frequência e também depende do uso do espectro de cada operadora. Uma das principais vantagens deste é a possibilidade de operar em diferentes faixas de frequência, pois isso dá possibilidade de uma migração gradual de outras tecnologias de acesso rádio para o LTE.

¹ 3GPP - 3rd Generation Partnership Project é uma organização que reúne uma série de órgãos normalizadores de telecomunicações. O 3GPP foi formado por um conjunto das organizações de telecomunicações das E.T.S.I., Europe, Japan, Korea do Sul e China. Atualmente tem mais de 400 entidades envolvidas e participando. O 3GPP define especificações GSM e UTRAN para um sistema móvel, além de publicar os padrões de telefonia móvel.

O 3GPP é a sigla para 3rd Generation Partnership Project. O 3GPP é uma organização de normalização de telecomunicações que reúne uma série de órgãos normalizadores de telecomunicações para as comunicações de acesso móvel. O 3GPP define especificações GSM e UTRAN para um sistema móvel, além de publicar os padrões de telefonia móvel.

3 A TECNOLOGIA LTE

Padronizado pelo 3GPP⁶, o LTE é uma solução OFDMA⁷, foi projetado no final do ano de 2004 e o acesso à banda larga foi aprimorado para fornecer altas taxas de dados, melhorando assim a experiência com o usuário. O LTE dá continuidade às gerações anteriores, como a 3G, pois é uma evolução paralela a esta infraestrutura. A implantação desta tecnologia ocorrerá sobre a camada das redes já existentes 3G, ele aumentará efetivamente a capacidade de dados, principalmente nas regiões mais densas, como as áreas urbanas, atuando principalmente na disponibilidade, quando então a alta demanda for exigida.

3.1 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

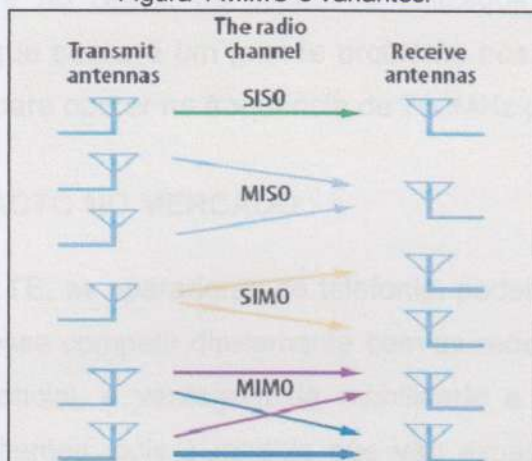
Uma das tecnologias fundamentais utilizada pelo LTE é a operação MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). Esta técnica está gradativamente sendo a mais utilizada nas transmissões de redes sem fio, pois ela emprega múltiplas antenas tanto no receptor quanto no transmissor, melhorando assim a taxa de dados, diminuindo os ruídos e utiliza diversidade para aproveitar os sinais propagados em múltiplos percursos presentes no ambiente de rádio-móvel. Até quatro camadas podem ser multiplexadas, como mostra a figura 1.

Outra característica importante é a flexibilidade da largura de banda, ela possibilita que o LTE opere com diferentes larguras de banda tanto no downlink como no uplink. A principal razão para isto, é que a quantidade de espectro disponível para implementação do LTE pode variar entre diferentes bandas de frequência e também depende do uso do espectro de cada operadora. Uma das principais vantagens disto é a possibilidade de operar em diferentes alocações de espectro, pois isso dá possibilidade de uma migração gradual de outras tecnologias de acesso rádio para o LTE.

⁶ 3GPP - (*3rd Generation Partnership Project*) é uma associação que reúne uma série de órgãos normativos de telecomunicações. O 3GPP foi formado por um conjunto das associações de telecomunicações dos E.U.A., Europa, Japão, Coreia do Sul e China. Atualmente tem mais de 400 empresas membros e instituições. O 3GPP define especificações GSM e WCDMA para um sistema móvel, além de publicar os padrões de telefonia móvel.

⁷ OFDMA é a sigla para *Orthogonal Frequency-Division Multiple Access* e se refere a uma técnica de acesso múltiplo que designa subconjuntos de subportadoras para os usuários permitindo a transmissão dos tráfegos individuais simultaneamente.

Figura 1 MIMO e variantes.



Fonte: GRANIA E SOUZA

Na tabela a seguir, podemos fazer uma comparação entre o LTE e as tecnologias anteriores.

	WCDMA (UMTS)	HSPA (HSDPA / HSUPA)	HSPA+	LTE
Taxa de pico no reverso (bps)	384 k	14 M	28 M	100M
Taxa de pico no direto (bps)	128 k	5.7 M	11 M	50 M
Latência (RTT - Round Trip Time)	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms
Releva 3gpp	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8
Acesso Múltiplo	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC- FDMA

Tabela 1 LTE é uma grande evolução em relação aos sistemas anteriores.

Fonte: D'ÁVILA

A implantação das redes LTE e seus espectros:

- 700MHz ou 800MHz, estas faixas são as utilizadas pelas operadoras de TV analógica, com a extinção deste serviço, o LTE pretende operar entre essas frequências. O que já ocorreu nos Estados Unidos, pois a migração da TV analógica para a Digital já aconteceu;

Tabela 2 Novas frequências
Fonte: GRANIA E SOUZA

- Na Europa e no Brasil, os espectros utilizados serão os da faixa de 2,6GHz. O que causará um grande problema nos aparelhos fabricados e preparados para operar na frequência de 700MHz por exemplo.

3.2 LTE E SEU IMPACTO NO MERCADO

Com o uso do LTE, as operadoras de telefonia, poderão oferecer um produto de qualidade e que possa competir diretamente com as redes de banda larga fixa e com um grande diferencial, a vantagem da mobilidade e compatibilidade global. Podendo conquistar clientes, pois à medida que vão expandindo suas regiões de cobertura vão dando acesso às áreas onde só há cobertura da banda larga fixa. O LTE fornece muitos benefícios e com custos bastante reduzidos para as operadoras, pois elas poderão fornecer taxas de transmissão de dados mais atrativas para o cliente, este era um dos grandes problemas enfrentados pelo 3G em muitos países. Uma vez que a infraestrutura do LTE é compatível com as da segunda e terceira geração, o que irá permitir que as operadoras aproveitem a estrutura já existente, diminuindo assim os seus custos com aquisição de novos equipamentos, obtendo então uma maior rentabilidade do seu negócio. Devido às novas funcionalidades oferecidas pelo LTE e com todos os serviços oferecidos por ela, as operadoras poderão criar uma ampla variedade de negócios, fazendo com que os lucros cresçam. Os fabricantes dos aparelhos móveis terão uma excelente oportunidade para vender os seus produtos, visto que a tecnologia irá requerer aparelhos muito mais potentes dos que os já existentes.

A tabela 2 apresenta alguns dos serviços que serão introduzidos bem como a criação dos serviços citados.

Serviço de Categoria	LTE
Voz	VoIP e Vídeo conferência
Mensagem	Fotos, e-mail móvel, mensagem de vídeo
Navegação	Navegação super rápida, upload de conteúdo para redes sociais
Informações pagas	Jornais eletrônicos, transmissão de áudio
Personalização	Tons reais, web sites personalizado
Jogos	Qualidade de serviço, latência ~10 ms
TV / Vídeo sob demanda	Vídeos em HD
Música	Alta qualidade de download e armazenamento
Redes de dados móveis	Arquivos compartilhados por meio das redes P2P

Tabela 2 Novas serviços
Fonte: GRANIA E SOUZA

3.3 BENEFÍCIOS AOS CONSUMIDORES E OPERADORAS

A proposta do LTE é que sua rede opere com principalmente por mobilidade, alto desempenho, capacidade e alta disponibilidade.

Com a promessa para operar com taxas de pico de downlink de pelo menos 100Mbps e 50Mbps para uplink, os consumidores já podem comparar e perceber o grande salto de Mbps da tecnologia anterior para o LTE.

Enquanto que o WCDMA⁸ opera com até 200ms de latência, o LTE pretende operar com latência inferior a ~10ms. Consumidores podem esperar pela tecnologia, pois ela pretende revolucionar o cenário atual das redes móveis, contudo, oferecer serviços que antes só eram acessíveis pela banda larga fixa.

Para as operadoras o baixo custo para implementação e gerenciamento do LTE é um dos principais pontos positivos como, por exemplo, aspectos como instalação plug-and-play, autoconfiguração e auto-otimização simplificarão e reduzirão custos. A rede LTE é uma evolução natural das redes 3G, o que também causará um grande impacto e redução dos custos.

Melhoria na qualidade de serviço, o LTE suportará diferentes faixas de espectro, melhorando e se adequando quando novos serviços forem introduzidos.

E por fim, as redes LTE serão implementadas em paralelo com a rede de transportes e núcleo baseado em IP, nos quais a construção, manutenção, gerenciamento e introdução de novos serviços são de mais fácil operacionalização.

Em resumo, as operadoras poderão introduzir a flexibilidade que o LTE oferece para ir de encontro aos seus objetivos, obtendo uma maior (competitividade, qualidade de serviço e ofertas de novos serviços), melhorando assim a sua posição no mercado de telecomunicações.

Efetivamente, os quesitos acima, significam que o LTE "mais do que qualquer outra tecnologia" já atende aos principais requisitos e tem tudo para se tornar a 4G.

3.4 PRINCIPAIS SERVIÇOS

Devido aos seus vários benefícios, o LTE trará consigo uma variedade de aplicações e serviços, seguem abaixo alguns exemplos:

- Chamadas VoIP;

⁸ WCDMA - Wide-Band Code-Division Multiple Access, refere-se à tecnologia utilizada atualmente nas redes 3G.

- Transmissões de vídeos ao vivo em HD (TVs, Smartphones, Tablets, Notebooks, câmeras digitais, aparelhos eletroeletrônicos, enfim, todos os dispositivos que suportarem a tecnologia LTE);
- Jogos on-line de alta resolução, como os jogos de realidade aumentada;
- Serviços pagos da TV e rádio digital;
- Compartilhamento de arquivos por meio de redes P2P;
- Suportará um número maior de protocolos na Internet.
- O LTE ainda oferece uma maior interoperabilidade entre os sistemas móveis atuais.

Operadoras já estão visando os serviços que poderão ser oferecidos:

- Planos de tarifas baseados em uso, qualidade do serviço, novos aplicativos;
- Serviços de nuvem móvel;
- Serviços de aplicação OTT como vídeo e rede social;
- Serviços Máquina-para-Máquina (M2M);
- Serviços de pagamento e publicidade móvel.

3.5 LTE NO MUNDO

A cada dia que se passa o tráfego de dados vêm aumentando, pesquisas realizadas pela Ericsson apontam que até o fim deste ano, as assinaturas de banda larga atinjam 1,8 bilhões e cerca de dois terços desses consumidores usarão internet móvel.

Na figura 3, pode-se perceber este crescimento desde o ano de 2005.

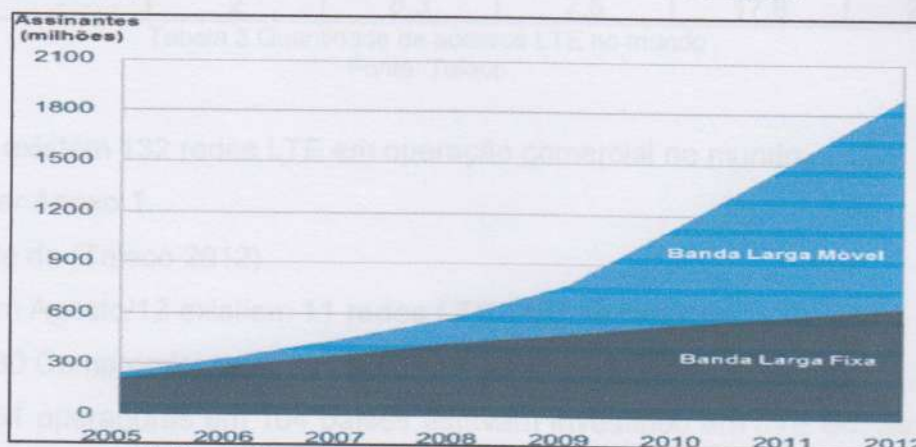
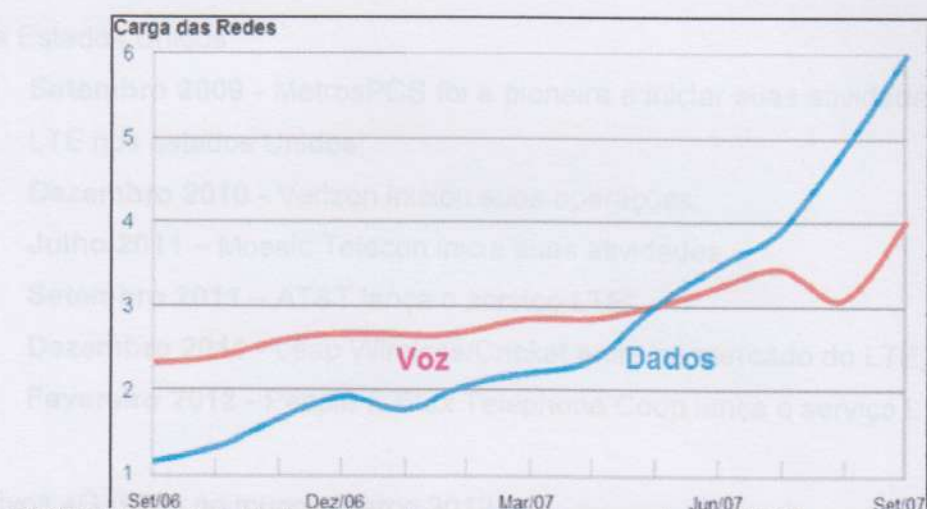


Gráfico 1 Crescimento da banda larga 2005-2012

Fonte: Teleco

O tráfego de dados está crescendo exponencialmente e em alguns mercados já ultrapassou o de voz. O gráfico 2 mostra que desde maio de 2007 o tráfego de dados já vinha ultrapassando os de voz nas redes WCDMA no mundo



Fonte: Teleco

O tráfego de dados está sendo impulsionado pelo constante crescimento dos smartphones e tablets. Diante disto, o LTE está sendo adotado pela maioria das operadoras telefônicas do mundo.

Como mostrado na tabela a seguir, no segundo trimestre deste ano existiam 27,7 milhões de acessos LTE no mundo. Sendo 12,7 milhões nos Estados Unidos, 7,3 milhões na Coréia, 3,5 milhões no Japão, 2,7 milhões no Canadá e 1,5 milhão em outros países:

	Primeiro trimestre 2011	Segundo trimestre 2011	Terceiro trimestre 2011	Quarto trimestre 2011	Primeiro trimestre 2012	Segundo trimestre 2012
Milhões						
LTE	-	2	6,3	7,6	17,8	27,7

Tabela 3 Quantidade de acessos LTE no mundo

Fonte: Teleco

Atualmente existem 132 redes LTE em operação comercial no mundo.

- Ver Anexo 1.

Segundo site da (Teleco 2012)

- Em Agosto/12 existiam **11 redes LTE TDD** no mundo;
- 280 Compromissos de redes LTE em 90 países;
- 351 operadoras em 104 países estavam investindo em LTE em Setembro de 2012;

- 53 redes LTE deverão entrar em operação comercial até o final de 2012;
- 209 redes LTE deverão estar em operação comercial até o final de 2013. (GSA).⁹

LTE nos Estados Unidos

- **Setembro 2009** - MetrosPCS foi a pioneira a iniciar suas atividades com o LTE nos estados Unidos;
- **Dezembro 2010** - Verizon iniciou suas operações;
- **Julho 2011** – Mosaic Telecon inicia suas atividades;
- **Setembro 2011** – AT&T lança o serviço LTE;
- **Dezembro 2011** - Leap Wireless/Cricket entra no mercado do LTE;
- **Fevereiro 2012** - People & EteX Telephone Coop lança o serviço LTE.⁹

Dispositivos 4G (LTE) no mundo Março 2012

Dispositivos LTE	Primeiro trimestre 2011	Segundo trimestre 2011	Terceiro trimestre 2011	Quarto trimestre 2011	Primeiro trimestre 2012	Segundo trimestre 2012
Smartphones	8	8	27	48	64	83
Tablets	8	8	11	18	31	31
Notebooks	7	10	10	12	13	19
Cartões PC	2	2	2	2	2	1
Femtocell	-	-	-	1	1	3
Módulos	27	29	30	31	41	45
Roteadores	45	63	70	101	131	157
Dongles	39	41	47	56	64	78
Total	136	161	197	269	347	417

Tabela 4 Dispositivos LTE no mundo
Fonte: Teleco

Relatório da Ericsson (Tráfego e Mercado – o pulso da sociedade conectada)

- A segunda edição do seu relatório Traffic and Market Report – On the Pulse of the Networked Society (Tráfego e mercado – o pulso da sociedade conectada), revelando que, até 2017, 85% da população mundial terá cobertura 3G;
- 50% da população mundial estarão sob cobertura 4G em 2017;
- Em 5 anos, as assinaturas de smartphones deverão chegar a 3 bilhões;

⁹ (Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/lte.asp>> Acesso em: 30 de Novembro de 2012.

- Tráfego global de dados deverá crescer 15 vezes até o final de 2017;
- Na América Latina, serão 230 milhões de novas assinaturas móveis até o fim de 2017.

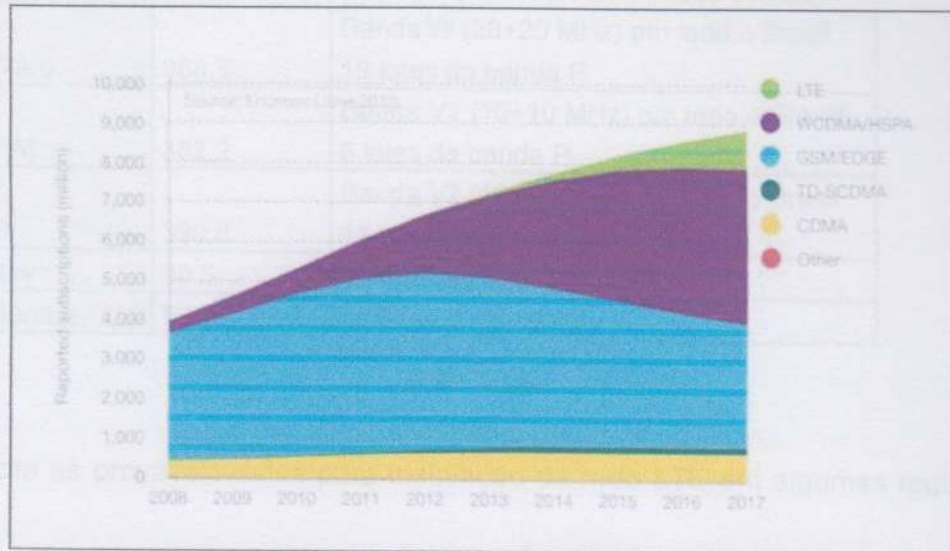


Gráfico 3 Tráfego e mercado – o pulso da sociedade conectada
Fonte Ericsson

3.6 LTE NO BRASIL

Infelizmente, em nosso país a tecnologia não caminha como deveria, fatores como política, economia e problemas estruturais influenciam nesta dificuldade. Enquanto países Europeus iniciaram suas atividades há quase três anos, o nosso país ainda pensa em implantar o LTE a partir do próximo ano.

O leilão para licitação das frequências ocorreu no dia 12 de junho deste ano, segue abaixo os resultados.

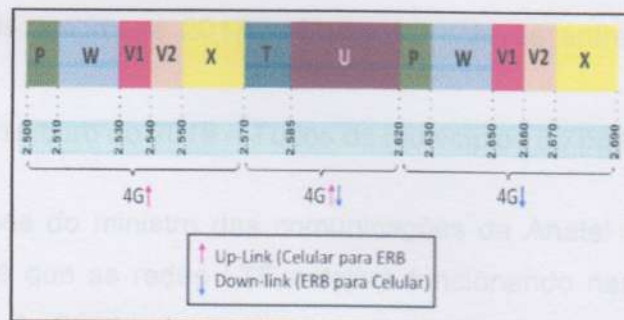


Figura 2 Objeto do leilão
Fonte Teleco

A tabela a seguir apresenta os resultados do leilão.

Operadora	R\$ Milhões	Frequências adquiridas
Vivo	1.050	Banda X (20+20 MHz) em todo o Brasil
Claro	988,8	Banda W (20+20 MHz) em todo o Brasil 19 lotes da banda P
TIM	382,2	Banda V1 (10+10 MHz) em todo o Brasil 6 lotes da banda P
Oi	399,8	Banda V2 (10+10 MHz) em todo o Brasil 11 lotes da banda P
Sky	90,5	12 lotes da banda U
Sunrise	19	12 lotes da banda U

Tabela 5 Resultados do leilão

Fonte: Teleco

Sartonelli cita as prováveis datas para instalação da rede LTE em algumas regiões do Brasil.

- ✓ Até 30 de abril de 2013 – Belo Horizonte, Brasília, Fortaleza, Recife, Rio de Janeiro e Salvador;
- ✓ Até 30 de dezembro de 2013 – Cuiabá, Manaus, Natal, Porto Alegre e São Paulo;
- ✓ Até 31 de maio de 2014 – Todas as cidades com mais de 500 mil habitantes;
- ✓ Até 31 de dezembro de 2015 – Todas as cidades com mais de 300 mil habitantes;
- ✓ Até 31 de dezembro de 2016 – Todas as cidades com mais de 100 mil habitantes;
- ✓ Até 31 de dezembro de 2017 – Todas as cidades entre 30 mil e 100 mil habitantes;
- ✓ Até 31 de dezembro de 2019 – Todos os municípios do país.

Segundo informações do ministro das comunicações da Anatel Paulo Bernardo, a previsão definitiva é que as redes LTE estejam funcionando nas cidades sedes e subsedes da Copa de 2014 seis meses antes, ou seja, até dezembro do próximo ano algumas cidades já poderão contar a nova geração das redes móveis 4G.

E como anteriormente mostrado, o nosso país só poderá contar com a plena cobertura do LTE apenas no final do ano de 2019.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, estudamos e apresentamos de forma básica o funcionamento da tecnologia que pretende ser a sucessora das atuais redes móveis. O LTE caracteriza ser a nova geração da comunicação móvel. E como citado no desenvolvimento, esta tecnologia trará várias vantagens e inovações, quando comparada as redes já existentes.

Hoje, a exigência do mercado de telecomunicações não é mais uma simples ligação de voz sem interferências, os usuários querem mais. A procura por banda larga em redes móveis tem crescido exponencialmente, usuários também estão em busca de serviços de qualidade, o LTE é a resposta para este problema, a tecnologia dispõe de mobilidade, alta disponibilidade, qualidade e segurança.

A quarta geração de celulares tem grandes chances de ser personificada pelo LTE. A tecnologia promete ampliar o mercado da telefonia e redes de banda larga móveis, operando assim em um novo mercado de aplicações e serviços, principalmente que envolvam aplicações, serviços e conteúdos multimídia. Sem dúvidas, esta será a grande evolução das redes móveis, percebe-se que este avanço está prestes a se tornar realidade.

Vale salientar, que a evolução do LTE não para por aqui, pois a 3GPP continuará a evoluir para outras versões, trazendo então novas capacidades e melhorias.

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS

ANAC – Agência Nacional de Comunicações. **Introdução de Redes de Comunicações Móveis Terrestres de Terceira e Quarta Geração (3G e 4G) em Cabo Verde**, Disponível em: http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/bitstream/10961/1982/1/3G_IntroducaoemCV_CosnPublica.pdf Acesso em: 16 de Novembro de 2012.

ANGELO, Fernanda. **Sistema MMS traz mensagens multimídia para a tela do celular**. Folha de São Paulo. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u11839.shtml> Acesso em: 12 de Outubro de 2012.

ARTIGAS, Fernando de Oliveira; NUNES, Gustavo Henrique Campos. **Redes NGN: Desafios e Serviços para Convergência**. 2007. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialngnconverg/default.asp> Acesso em: 12 de Outubro de 2012.

D'ÁVILA, César Kyn: **LTE: Long Term Evolution – Arquitetura Básica e Acesso Múltiplo**, Artigo Publicado no do site www.cedet.com.br – 09 de Novembro de 2009. Disponível em: <http://www.cedet.com.br/index.php?/Tutoriais/Telecom/lte-long-erm-evolution-arquitetura-basica-e-acesso-multiplo.html> Acessado em: 19 de Novembro de 2012.

DUARTE, Lucas Alexandre Silva. **REDES SEM FIO SEM ROTEADOR BANDA LARGA**, Imperatriz MA, 2011. 15 p. Projeto de Pesquisa do curso de Sistemas de Informação da Facimp Faculdade de Imperatriz. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/68064740/PROJETO-Lucas-Alexandre> Acessado em 21 de Novembro de 2012.

ENGSTRÖM, Johan, ARESKOU, Christer. **The consumer market for mobile content services**: A discussion paper on SMS and the transfer to 3G. Sweden: Post and Teletsurelsen, 2002.

ERICSSON: **85% da população mundial terá cobertura de internet móvel de alta velocidade em 2017**, Artigo Publicado na categoria Press Releases do site www.ericsson.com/br – 07 de Junho de 2012. Disponível em: http://www.ericsson.com/br/news/2012-06-06-traffic-report-po_3377875_c Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

FERREIRA, Paulo Henrique de Oliveira. **Mobile News: an introduction**. São Paulo, 2005. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.jornalistasdawe.com.br/docs/dissertacaomestrado_PHFerreira_ECA_U SP.pdf Acessado em 21 de Novembro de 2012.

Intra GOV Conceitos. **Rede IP de Multiserviços**. Disponível em: <http://www.intragov.sp.gov.br/menuprinc/conceitos.html> Acesso em: 15 de Novembro de 2012.

GALLO, Michael; HANCOCK, William. **Comunicação entre Computadores e Tecnologias de Rede**. Editora Pioneira Thomson Learning. São Paulo, 2003.

GRANJA, Nuno, SOUZA, Luis: **Long-Term Evolution**. Faro – Portugal, Janeiro de 2012. 28 p. Trabalho apresentado ao curso de Licenciatura em Engenharia e Eletrônica “Ramo de Tecnologias de Informação e Telecomunicações” UNIVERSIDADE DO ALGARVE / ISE. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/81293563/TrabalhoLTE#outer_page_12> Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

GRECO, Maurício. **Do telefone tijolo ao 3G**. Revista Infoexame. Edição extra: Guia do celular, set. 2003, p. 58-60.

NEMO, Mylene. **Saiba mais sobre VoIP**. (2005). Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/99>> Acesso em: 16 de Outubro de 2012.

ROTHENBERG, C. Esteves; FIGUEIREDO, M. Augusto. **Um controlador de recursos para redes de próxima geração**. Disponível em: <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~chesteve/pubs/ngnrc-esteven-infobrasil-v1.pdf>> Acesso em: 16 de Novembro de 2012.

SANTANA, Hugo. **Qualidade de Serviços (QoS) em Redes IP**. Disponível em: <http://professores.unisant.br/santana/downloads/Telematica/Com_Dados_2/Texto%20QoS_IP_Itecon.pdf> Acesso em: 10 de Novembro de 2012.

SARTONELLI, André: **Brasil começa a se preparar para a tecnologia 4G**, Artigo Publicado no site R7.com na coluna de Tecnologia e Ciência – 2012. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/noticias/internet-4g-prevista-ate-a-copa-deve-ser-cara-e-de-uso-restrito-20120612.html>> Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

STRICKLAND, Jonathan: **Como Funciona a Convergência IP**. Disponível em: <<http://informatica.hsw.uol.com.br/convergencia-ip.htm>> Acesso em: 21 de Novembro de 2012.

TAURION, Cezar. **Internet Móvel: Tecnologias, aplicações e modelos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

TELECO: **Dispositivos 4G (LTE) no mundo**, Artigo Publicado na seção 4G do site www.teleco.com.br – 2012. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/4G_dispositivos.asp> Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

TELECO: **Adoção do LTE no mundo**, Artigo Publicado na seção LTE do site www.teleco.com.br – 14 de Novembro 2012. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/lte.asp>> Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

TELECO: **Tecnologias de Celular**, Artigo Publicado na seção Telefonía Celular do site www.teleco.com.br – 05 de Junho de 2012. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tecnocel.asp>> Acessado em: 23 de Novembro de 2012.

VASCONCELOS, Mônica Linhares. **REDES DE PRÓXIMA GERAÇÃO NGN – NEXT GENERATION NETWORKS**, Vila Velha ES, 2010, 46 p. Monografia apresentada ao Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Redes de Computadores da Escola Superior Aberta do Brasil. Disponível em: <http://www.esab.edu.br/arquivos/monografias/Monografia_Monica%20Linhares%20Vasconcelos.pdf> Acessado em 10 de Novembro de 2012.

2007/10	Corientel (Polónia)	8
2007/10	A1 Telekom (Austria)	10
2007/10	T-Mobile (Austria)	10
2007/10	Telenor e Tels2 (Noruega)	14
2007/10	CSL (Hong Kong)	14
2007/10	TeliaSonera (Finlândia)	14
2007/10	Velzon Wireless (Estados Unidos)	14
2007/10	Elisa (Finlândia)	14
2007/10	TeliaSonera (Dinamarca)	14
2007/10	EMT (Estónia)	14
2007/10	NTT DoCoMo (Japão)	14
2007/10	Vodafone (Alemanha)	20
2007/11	Glo Mobile (Nigéria)	21
2007/11	MTS (Arménia)	22
2007/11	Deutsche Telekom (Alemanha)	24
2007/11	Smart Communications (Filipinas)	24
2007/11	Omnicast (Espanha)	25
2007/11	MT (Bulgária)	25
2007/11	SK Telecom (Coreia do Sul)	25
2007/11	LG U+ (Coreia do Sul)	25
2007/11	QCell (Alemanha)	25
2007/11	Receps Wireless (Canadá)	25
2007/11	Ukr (Ucrânia)	25
2007/11	Mobile Telecom (Estados Unidos)	32
2007/11	AT&T (Estados Unidos)	32
2007/11	Bell Mobility (Canadá)	32
2007/11	Zain (Árabia Saudita)	32
2007/11	Mobily (Arábia Saudita) - LTE-TDD	32
2007/11	Syria Telecom (Síria) - LTE-TDD	32
2007/11	Telcel (México)	36
2007/11	TDG (Dinamarca)	37
2007/11	AT&T (Porto Rico)	37
2007/11	Hutchison (Austrália)	37
2007/11	Q-TEL (Qatar)	42
2007/11	Telenor (Montenegro)	42
2007/11	Polkomtel (Polónia)	57

ANEXOS

Tabela 6 Redes LTE em operação comercial no mundo

Data	Redes	Total acumulado
dez/09	TeliaSonera (Suécia e Noruega)	2
jul/10	MTS (Uzbekistão)	3
ago/10	UCell (Uzbekistão)	4
set/10	Aero 2 (Polônia), LTE-TDD	8
	MetroPCS (Estados Unidos)	
	Mobyland (Polônia)	
	Centernet (Polônia)	
out/10	A1 Telekom (Austria)	10
	T-Mobile (Austria)	
nov/10	TeleNor e Tele2 (Suécia)	14
	CSL (Hong Kong)	
	TeliaSonera (Finlândia)	
dez/10	Verizon Wireless (Estados Unidos)	20
	Elisa (Finlândia)	
	TeliaSonera (Dinamarca)	
	EMT (Estonia)	
	NTT DoCoMo (Japão)	
	Vodafone (Alemanha)	
jan/11	Gio Mobile (Nigeria)	21
fev/11	MTS (Arménia)	22
abr/11	Deutsche Telekom (Alemanha)	24
	Smart Communications (Filipinas)	
mai/11	Omnitel (Lithuania)	25
jun/11	M1 (Singapura)	26
jul/11	SK Telecom (Coreia do Sul)	32
	LG U+ (Coreia do Sul)	
	O2/Telefonica (Alemanha)	
	Rogers Wireless (Canada)	
	LMT (Letônia)	
	Mosaic telecom (Estados Unidos)	
set/11	AT&T (Estados Unidos)	38
	Bell Mobility (Canada)	
	Zain (Arábia Saudita)	
	Mobily (Arábia Saudita), LTE-TDD	
	Saudi Telecom (Arábia Saudita), LTE-TDD	
	Telstra (Australia)	
out/11	TDC (Dinamarca)	39
nov/11	AT&T (Porto Rico)	42
	Hutchison (Austria)	
	Q-TEL (Qatar)	
dez/11	Telenor (Montenegro)	57
	Polkomtel (Polônia)	

	Sky (Brasil), LTE-TDD	
	Claro (Porto Rico)	
	Antel (Uruguai)	
	Leap Wireless/Cricket (Estados Unidos)	
	Singtel Mobile (Singapura)	
	Yota/scartel (Russia)	
	DNA (Finlândia)	
	Hi3G/3 (Suécia), LTE-FDD/TDD	
	Etisalat (UAE - Emirados Árabes Unidos)	
	UNE - EPM Telecomunicaciones (Colombia)	
	Yota Bel (Rep. de Belarus)	
	Viva (Kuwait)	
	K-Telecom/VivaCell-MTS (Armenia)	
jan/12	STC/Viva Bahrain (Reino de Bahrain)	
	T-Mobile (Hungria)	
	KTF Corp (Korea do Sul)	60
fev/12	Telus (Canada)	
	People & EteX telephone Coop (Estados Unidos)	62
	Softbank (Japão), LTE-TDD	
	TMN/Portugal telecom (Portugal)	
	UKB/UK Broadband (Reino Unido)	
	US Cellular (USA)	
	eAccess/emobile (Japão)	
	T-Mobile/Hrvatski Telecom (Croácia)	
	VIPnet (Croácia)	
	Panhandle Bonfire (USA)	
	MobilTel/M-Tel (Bulgaria)	
	Vodafone (Portugal)	
	TMN (Portugal)	
mar/12	Optimus Sonaecom (Portugal)	74
	Open Mobile (Porto Rico)	
	Movicel (Angola)	
	Bharti Airtel (India), LTE-TDD	
	China Mobile (Hong Kong)	
	InterDnestrCom (República da Moldávia)	
	MegaFon (Russia)	
abr/12	NBN Co (Australia), LTE-TDD	80
	Cellcom (USA)	
	Pionner (Rural CDMA) (USA)	
	Hutchison 3/JV Genius (Hong Kong)	
	PCCW Mobile/JV Genius (Hong Kong)	
	Vodafone (Holanda)	
	Ziggo (Holanda)	
	Tele2 (Holanda)	
mai/12	KPN (Holanda)	94

	T-Mobile (Holanda)	
	MTC (República da Namíbia)	
	BendBroadband (Estados Unidos)	
	Cellcom (WI, MI) (Rural CDMA) (Estados Unidos)	
	Azercell (Azerbaijão)	
	Yota Bel (Scartel) (Rep. de Belarus)	
	du (UAE - Emirados Árabes Unidos)	
	SMILE (República Unida da Tanzânia)	
	Telefonica O2 (República Checa)	
	Orange (França)	
jun/12	UKB / UK Broadband (Reino Unido), LTE-TDD	100
	Orange (Rep. Dominicana)	
	Si.mobil (Eslovênia)	
	Omantel/Oman Mobile (Omã), LTE-TDD	
	Optus (Singtel) (Australia)	
jul/12	IT&E (Ilha Guam)	105
	SmarTone-Vodafone (Hong Kong)	
ago/12	Telefônica O2 (República Eslovaca)	107
	C Spire Wireless (USA)	
	MTS (Russia), LTE-TDD	
	StarHub (Singapura)	
	KDDI (Japão)	
	Softbank (Japão)	
	MTS (Canada)	
	"3" (Dinamarca)	
set/12	Globe (Filipinas)	115
	Tango (Luxemburgo)	
	Vodacom (Africa do Sul)	
	Guamcell (Ilha de Guam)	
	Babilon Mobile (Tajiquistão)	
	Everything Everywhere - Orange+T-Mobile (Reino Unido)	
	Telenor (Noruega)	
out/12	Vodafone / Omnitel (Italia)	122
	Telcel (México)	
	Alaska Communications - CDMA (USA)	
	Bluegrass Cellular - Rural CDMA (USA)	
	Belgacom Mobile/Proximus (Belgica)	
	3 (Italia)	
	Telecom Italia/TIM (Italia)	
	Orange (República da Moldávia)	
	Cosmote (Grécia)	
	Zain (Kuwait)	
nov/12	Moldcell (República da Moldávia)	132

Fonte: Teleco