

1

Introdução

O LTE (*Long Term Evolution*) surge como uma evolução das redes 2G (GSM) e 3G (UMTS) existentes. Espera-se que o LTE seja capaz de absorver eficientemente o crescente volume de dados trafegados pelas redes celulares na atualidade.

Esta nova tecnologia tem por objetivo somar melhorias ao padrão de telefonia móvel UMTS, também conhecido como redes de terceira geração, que segundo informações divulgadas em Fevereiro de 2010 pela GSA (*Global Mobile Suppliers Association*) estaria presente em 135 países, somando-se 325 redes lançadas comercialmente até a presente data [1].

O LTE traz consigo aspectos relevantes que o tornam o principal sucessor das tecnologias existentes, tais como maior eficiência espectral, redução da latência, taxas de dados elevadas, melhorias de capacidade, de cobertura e redução dos custos, levando esta tecnologia a uma evolução da interface aérea e de core.

Entretanto, a evolução da interface ar do UMTS para o LTE é na verdade um novo e completo sistema, contemplado no Release 8 do 3GPP [2], baseado no OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) no *downlink*, SC-FDMA (*Single-Carrier FDMA*) no *uplink* e em um eficiente suporte a antenas com tecnologia MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*).

A arquitetura resultante desta evolução é chamada de EPS (*Evolved Packet System*) e compreende E-UTRAN (*Evolved-Universal Terrestrial Radio Access Network*) para o acesso e EPC (*Evolved Packet Core*) para o Core da Rede.

Uma característica fundamental das redes LTE, também denominada 4G, é que o Core deverá ser fundamentalmente baseado em TCP/IP, assumindo-se que a voz será servida através de *Packet Switch* (PS), uma vez que o VOiP (*Voice Over Internet Protocol*) tem se mostrado um método eficiente para se transferir dados de voz.

Com o crescente avanço das tecnologias de redes de comunicação e a chegada do 3G (UMTS), as pessoas estão descobrindo facilidades de acessar, de qualquer lugar, estando o usuário sob cobertura da rede celular, enormes

quantidades de informações, na forma de textos, gráficos, áudio e vídeo. À medida que o tamanho dos arquivos transmitidos se tornam cada vez maiores e os canais de acesso vão ficando congestionados há a necessidade de empregar tecnologias que permitam um maior fluxo de dados.

O LTE irá possibilitar o tráfego de serviços de comunicações de grandes volumes e altas taxas de dados em conjunto com a facilidade e rapidez de implantação de redes sem fio a baixo custo em comparação com as redes baseadas em cabos.

O LTE representa uma tecnologia de evolução natural ao UMTS em expansão, e um importante avanço tecnológico na área de redes sem fio, em virtude das perspectivas em termos de desempenho e cobertura.

1.1. Evolução das Redes Celulares

O GSM (*Global System for Mobile Communications*) se tornou o sistema de comunicações móvel mais popular no mundo, sendo tratado como um sistema de segunda geração (2G), pois emprega a tecnologia digital para os canais de tráfego e controle.

Como evolução das redes GSM, que originalmente apresentavam baixa eficiência na transferência de dados, temos o GPRS (*General Packet Radio Service*), uma tecnologia que eleva as taxas nas redes GSM existentes. O GPRS permite a transferência de dados por pacotes, possibilitando taxas de transferências mais altas que as anteriores, onde se fazia uso da transferência dos dados apenas por circuito.

Representando uma evolução das tecnologias de segunda geração rumo à terceira geração, surge por volta de 2003 o EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*) ou EGPRS (*Enhanced Data Rates for GPRS Evolution*), possibilitando que as operadoras passassem a oferecer maiores taxas de dados usando a mesma portadora de 200 kHz de banda ou faixa, adicionando-se um novo esquema de modulação, 8PSK, minimizando problemas de interferência.

Usada cada vez mais para o tráfego de dados, as redes celulares continuaram sua evolução tecnológica e seguindo a tendência de crescimento e inovação a partir do GSM, temos o surgimento do UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*), termo adotado para designar esta que é a tecnologia de 3ª Geração (3G) que utiliza como interface rádio o WCDMA (*Wide-*

Band Code Division Multiple Access). O WCDMA é uma tecnologia de acesso rádio que provê capacidades de transmissão de 384 Kbps no R99 (Release 99), e que permite o uso mais eficiente do espectro.

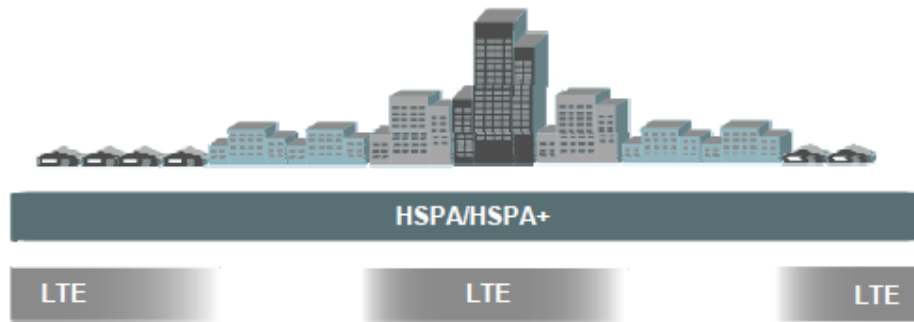


Figura 1.1 - LTE como capacidade para a rede 3G existente.

Da mesma forma que ocorreu no GSM, no UMTS também temos pacotes que permitem que maiores taxas de dados sejam atingidas fazendo-se uso da mesma banda de 5 MHz. Para suportar maiores taxas no *downlink*, utiliza-se o HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*), permitindo a transmissão de dados com taxas de até 14,4 Mbps. O HSDPA utiliza um novo canal físico (HS-PDSCH) e de transporte (HS-DSCH), cujas diferenças em relação aos canais compartilhados do WCDMA são principalmente a utilização da modulação 16 QAM, a retransmissão automática híbrida (HARQ) e a modulação e codificação adaptativa (MAC).

O subsistema que permite que taxas elevadas sejam atingidas no *uplink* é denominado de HSUPA (*High-Speed Uplink Packet Access*), permitindo taxas de até 5.8 Mbps quando a modulação empregada é o QPSK, ou taxas de até 12 Mbps quando a modulação 16 QAM passa a ser utilizada. O HSUPA usa o canal dedicado E-DCH (*Enhanced Dedicated Channel*) para oferecer maiores taxas.

Dando continuidade a novas funcionalidades oferecidas no WCDMA, existe ainda um novo subsistema denominado HSPA+, um pacote que traz inovações tanto para o *downlink* quanto para o *uplink*, permitindo em um primeiro momento taxas de aproximadamente 21 Mbps no *downlink* através da utilização da modulação 64 QAM. À medida que novas características são adicionadas a este subsistema, podem-se atingir taxas ainda maiores. Para se ter uma idéia, fazendo-se uso de sistemas MIMO e também de múltiplas portadoras, taxas da ordem de 80 Mbps no *downlink* e 40 Mbps no *uplink* podem ser atingidas.

1.2. Objetivos do Trabalho

O trabalho a ser desenvolvido através desta dissertação concentra-se no desenvolvimento de uma metodologia para o Planejamento de Cobertura e Capacidade de sistemas com acesso sem fio móvel em banda larga. Este planejamento deverá considerar vários aspectos em seu dimensionamento de forma a garantir a qualidade dos serviços a serem oferecidos por meio da transmissão de informações pelas novas redes sem fio banda larga.

Será realizado um estudo sobre a capacidade que pode ser oferecida pela tecnologia do futuro das Redes Móveis, o LTE.

Ao longo do segundo capítulo deste trabalho, são apresentados os elementos e as características que compõem a Arquitetura de Acesso e Core do LTE. Algumas informações sistêmicas, tais como faixas de frequências de operação, canais físicos, lógicos e de transporte, o OFDMA e o SC-FDMA também são apresentados no segundo capítulo a fim de contextualizá-los.

Ainda no segundo capítulo apresentamos de forma sucinta o que está sendo proposto pela 3GPP no desenvolvimento do padrão LTE Advanced, suas características e pré-requisitos para que se torne, como esperado, o futuro das redes LTE.

No capítulo três estão expostos os aspectos do planejamento de redes de acesso que foram levados em consideração para o correto dimensionamento da rede celular abordada nesta dissertação. Cálculos do link budget, raio teórico de cobertura do serviço, *throughput* máximo teórico, máxima eficiência espectral, capacidade do canal, relação sinal ruído e interferência co-canal são tratados ao longo do capítulo três.

O capítulo quatro apresenta o estudo de caso realizado, abordando o projeto que consiste no dimensionamento de cobertura e capacidade de uma rede de acesso sem fio para prover serviços de banda larga móvel em uma região da cidade do Rio de Janeiro. Neste capítulo determinamos a mínima quantidade de estações rádio base necessárias para prover a cobertura e a capacidade requerida na região a ser atendida.

Por fim, ao longo do capítulo cinco estão discriminadas as conclusões obtidas durante a realização deste trabalho de dissertação.