

# MIGRAÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO MÓVEL DE 2º GERAÇÃO PARA 3º GERAÇÃO PADRÃO GLOBAL IMT-2000

ELIÉZER SPINELLI MELO  
YGOR COSTA LIMA

Departamento de Engenharia  
Instituto de Educação Superior de Brasília - IESB

<http://www.iesb.br> e-mail: [eliezer.melo@ig.com.br](mailto:eliezer.melo@ig.com.br)  
[Ygor.lima@esporte.gov.br](mailto:Ygor.lima@esporte.gov.br)

Resumo - Neste artigo apresentaremos uma visão geral do Sistema de Comunicação Móvel de Terceira Geração (3G) para o padrão global IMT-2000, passando por algumas das características dos sistemas de primeira, segunda, bem como as etapas de evolução (migração) dos sistemas de segunda para a terceira geração.

Abstract - In this article we will present an over view about the Mobile Communication System of Third Generation (3G) by the global standard IMT-2000, passing through some of the characteristics of the systems on the first, second, third generation and the stages of evolution (migration) in direction the third generation.

Keywords - Mobile Communication, third Generation (3G), second Generation (2G), IMT-2000, evolution (migration).

## 1 INTRODUÇÃO

Os serviços de comunicações móveis possuem um papel fundamental para o desenvolvimento da economia global, no sentido de diminuir as distâncias entre empresas, cidades e países. Estes serviços permitem ao usuário uma grande flexibilidade de acesso a informações em diversos lugares.

Nos últimos anos os serviços de telecomunicações sem fio têm apresentando um crescimento exponencial. É previsto que os acessos a estes serviços superem os acessos fixos convencionais no ano de 2010. A partir dos anos 90 os usuários necessitaram de serviços de multimídia, imagens, comércio eletrônico (*e-commerce*), áudio em tempo real, e-mail, dentre outros e não apenas de voz e fax, e que estes serviços pudessem ser utilizados a qualquer momento e em qualquer lugar.

O principal objetivo deste artigo é mostrar a evolução dos sistemas de comunicação móveis, enfatizando a migração da segunda para a terceira geração.

## 2 IMT - 2000

IMT-2000 – *International Mobile Telecommunications 2000* representa um padrão global para as novas necessidades de telecomunicações móveis do início do século 21, onde os usuários dos serviços de telecomunicações móveis poderão ter acesso aos serviços de voz, dados, Internet e multimídia a qualquer hora e local.

O IMT – 2000 tem a finalidade de formar a base para os sistemas sem fio de terceira geração e suas possíveis evoluções, que irão transformar as redes diversificadas e incompatíveis dos dias de hoje em uma infra-estrutura de rádio e rede capaz de oferecer várias opções de serviço de escala global. Dentro da UIT, os aspectos de rádio para o IMT – 2000, especialmente a tecnologia de transmissão de rádio e uso dos espectros, estão especificados pela UIT-R, enquanto que os aspectos de rede, que incluem definições dos sinais das interfaces de rede, operações, numerações e identidades, qualidade de serviço e desempenho de rede, segurança, operações e gerenciamento para o IMT – 2000 estão especificados pela UIT-T.

### 3 Primeira Geração de Sistemas Móveis

A primeira geração de serviço celular passou a funcionar através da divisão de uma cidade ou região em pequenas áreas geográficas denominadas células, sendo cada uma delas servida pelo seu próprio conjunto de rádios transmissores e receptores de baixa potência. Quando a chamada de um terminal móvel alcança uma torre de transmissão e recepção, a mesma é transferida para o terminal de destino, seja o sistema de telefonia fixa, seja um outro terminal móvel. Cada célula possui [1] um número de canais adequados de forma a atender a demanda de serviços para a área de cobertura. A medida em que um usuário se movimenta na cidade, o sinal do seu telefone celular é comutado automaticamente de uma célula para outra, sem sofrer interrupção. Esta técnica é conhecida como *handoff*.

Essa primeira geração de sistemas celulares caracterizava-se basicamente por ser analógica, utilizando modulação em frequência para voz e modulação digital FSK (Frequency Shift Keying) para sinalização. O acesso à canalização é obtido através do FDMA (Frequency Division Multiple Access). O tamanho das células eram na faixa de 500 metros a 10 quilômetros. O sistema possibilitava igualmente o "roaming" (transferência automática de ligações entre sistemas) entre os diferentes provedores de serviço, desde que adotassem o mesmo sistema.

Outra principal característica era a elevada dimensão do equipamento terminal móvel.

### 4 Segunda Geração de Sistemas Móveis

Em função da pressão de demanda, particularmente nos EUA, onde o sistema analógico havia atingido o limite de sua capacidade nas maiores áreas metropolitanas e pela necessidade de se ter um sistema Pan Europeu, foi necessário dar início ao desenvolvimento de sistemas digitais, que em princípio, além da maior capacidade, ofereceriam as seguintes vantagens sobre os analógicos: técnicas de codificação digital de voz mais poderosa acarretando em uma maior qualidade deste serviço, maior eficiência espectral, trabalham com bastante facilidade a comunicação de dados e facilitam

significativamente a criptografia da informação transmitida.

Como resultado desse esforço, surgiram [3] os sistemas GSM (Groupe Speciale Mobile/Global System for Mobile Communications) na Europa, o TDMA (Time Division Multiple Access), o CDMA (Code Division Multiple Access) nos EUA e o PDC (Japanese Personal Digital Cellular) no Japão.

O TDMA opera dividindo o tempo de um canal, que opera em uma determinada frequência, em um certo número de canais lógicos chamados *slots* e designando cada uma das diversas conversações telefônicas para cada um desses *slots*.

O CDMA, um forte [5] concorrente do TDMA, é um sistema proprietário desenvolvido pela empresa QUALCOMM, localizada em San Diego, nos EUA. O sistema utiliza a técnica de espalhamento espectral e foi originalmente utilizado pelos militares para espalhar o sinal em uma faixa de espectro bastante larga, tornando as transmissões difíceis de serem interceptadas. Uma variável desta técnica é o *broadband* CDMA ou B-CDMA estando as patentes em poder da empresa Interdigital.

O GSM foi adotado como padrão Europeu em meados dos anos 80 e introduzido comercialmente em 1992. Foi desenvolvido com o objetivo de solucionar o problema da fragmentação existente nos primeiros sistemas celulares na Europa e de proporcionar uma série de serviços através da utilização de uma Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI). Operando na faixa de frequência 935-960 MHz para recepção e 890-915 MHz para transmissão. O GSM possui uma arquitetura aberta, o que permite a combinação de equipamentos de diferentes fabricantes, possibilitando assim a manutenção de preços baixos. Além disso, possui uma grande infra-estrutura já implantada, com mais de 150 redes celulares do tipo GSM-900, DCS-1800 e PCS-1900 distribuídos em 98 países. O GSM é hoje, indiscutivelmente, o padrão mais popular implementado mundialmente.

Dentre os principais serviços suportados pelo padrão GSM pode-se destacar:

- serviços de telefonia, incluindo fax, videotexto e telex.
- serviços de dados com possibilidade de comunicação de

dados por pacotes a taxas de até 9600bps.

- serviços de RDSI suplementares tais como desvio de chamada, identificação de assinante chamador e serviço de mensagem. Esse último, chamado SMS (*Short Message Service*) permite a recepção de mensagens alfanuméricas mesmo durante uma conversação e ainda permite transmitir repetitivamente mensagens ASCII para todos os assinantes, serviço esse muitas vezes utilizado para fins de segurança e de aviso.

Outra grande inovação do sistema GSM é o módulo de identificação do usuário, o SIM (*Subscriber Identification Module*) que contém a identificação completa do usuário, chaves de código de privacidade e outras informações específicas sobre o usuário. O SIM pode apresenta-se sob a forma de um cartão de crédito ou de um *plug-in* que é conectado ao terminal GSM. Sem o SIM o terminal fica inoperante.

A privacidade é outra característica marcante no padrão GSM. Isto é possível através da criptografia da seqüência de bits do usuário através de uma “chave” que se altera freqüentemente.

Sumário das principais características técnicas do sistema [1] GSM:

- acesso FDMA/TDMA com canais de 200KHz e 8 *slots* temporais por canal (8 usuários por canal).
- codificação de voz LPC-RPE (13Kbps).
- equalização adaptativa de canal.
- taxa de transmissão no canal: 270Kbps.
- taxa de transmissão por usuário (incluindo bits de codificação de canal): 22.8Kbps.
- modulação GMSK com  $BT = 0.3$ .
- máximo tamanho das células (limitado pelo tempo de guarda): 30Km.
- potência de transmissão: equipamento de mão – máx. 2W; equipamento veicular – máx. 8W.
- sinalização fora da faixa útil.

Os padrões DCS-1800 e PCS-1900 são baseados na arquitetura de rede do sistema GSM, sendo que o PCS-1900 é o equivalente nos Estados Unidos ao padrão GSM.

Em quase todo o mundo o padrão GSM permitiu melhorar a qualidade das transmissões de voz e a transmissão de dados.

Em resumo, os serviços de comunicações de segunda geração são baseados em sistemas de alto desempenho, alguns com capacidade, no mínimo, três vezes superior a dos sistemas de primeira geração. Caracterizam-se, em geral, pela utilização de tecnologia digital para transmissão tanto de voz quanto de sinalização.

## 5 Terceira Geração de Sistemas Móveis – 3G

Até muito recentemente a única possibilidade de transmissão de dados sobre redes de comunicação móvel era através da conexão de modems de baixa velocidade a terminais telefônicos móveis analógicos. Isso resultava em altíssimas taxas de erro de bit devido às rápidas flutuações do sinal pelo efeito dos multipercursos, aos profundos desvanecimentos ocorridos em momentos de sombreamento e aos freqüentes *handoffs* inerentes ao sistema. Mesmo com a utilização de poderosos codificadores de canal, o *throughput* nessa situação ainda era muito reduzido.

Com o [1] advento do GSM, pensava-se que esse problema seria resolvido, mas apesar da evolução tecnológica desse sistema, muitos fatores inviabilizam a transmissão de dados através dele. Dentre esses fatores pode-se citar: o processo de estabelecimento de chamada no GSM é muito longo e chega a ser proibitivo em algumas aplicações computacionais, mas com um adequado esquema de codificação de canal pode-se transmitir dados já armazenados como arquivos.

A terceira geração [2] de sistemas móveis poderá resolver problemas como este, aumentando a taxa de transmissão para até 2Mbps. De acordo com a UIT (União Internacional de telecomunicações), podemos definir os sistemas 3G, como sendo os sistemas idealizados e projetados para prover acesso, através da interface aérea, a uma ampla gama de serviços de

telecomunicações que são suportados pelas redes fixas, tais como RTFC/ISDN ( Rede de Telefonia Fixa Comutada), bem como a outros serviços específicos de redes móveis e estabeleceu os padrões e recomendações, aprovando cinco interfaces aéreas, dentre as quais destaca-se como principal o UMTS(Universal Mobile Telecommunications System).

As principais características dos sistemas 3G são:

- alto grau de padronização na fabricação dos equipamentos ao nível da indústria;
- compatibilidade entre os serviços oferecidos pelas redes fixas e aqueles definidos dentro das normas do IMT-2000;
- adoção de terminais móveis leves e compactos, com capacidade de *roaming* mundial;
- capacidade de aplicações multimídia, e uma variedade de serviços;
- utilização de redes comutadas e por pacote, em comparação às redes baseadas em *circuit switch*, hoje tão amplamente utilizadas.
- assimetria de tráfego, com maior volume de informações / pacotes sendo transmitidas no downlink, uma vez que o acesso à Internet é um dos pilares fundamentais dos sistemas de terceira geração.

Estas tecnologias devem ser capazes de prover os mais modernos recursos de comunicação interpessoal, bem como entre dispositivos (conhecida como comunicação máquina-à-máquina), propiciando altas taxas de transmissão de dados, excelente qualidade de conversação e possibilidade de se oferecer serviços de valor adicionado, através de uma rede de comunicação sem fio de alcance global.

Dentre estas facilidades, devemos destacar:

- convergência entre as componentes terrestre e satélite das futuras redes de comunicação de cobertura global;
- possibilitar o aumento do leque de serviços e facilidades oferecidas aos usuários finais, suprimindo uma crescente demanda de acessos sem fio;
- acesso constante à rede de comunicações, suas facilidades e serviços de voz, dados e

multimídia, em qualquer lugar, a qualquer momento;

- possibilidade de streaming e download de áudio e vídeo;
- vídeo e áudio em tempo-real, para os usuários que necessitam deste tipo de comunicação;
- permitir o acesso à Internet (ftp e web-browsing) e serviços multimídia, bem como também o acesso às intranets corporativas;
- possibilitar as mais diversas formas de comércio eletrônico (m-commerce), nas suas várias modalidades: B2C, B2B, C2C, etc;
- atendimento à atual, e futura, demanda por maior capacidade, maior velocidade, maior gama de serviços e facilidades disponibilizadas pelas redes sem fio.

## 6 MIGRAÇÃO DO 2G PARA 3G

Na evolução de sistemas 2G para sistemas 3G, são identificados caminhos de migração diferentes para sistemas GSM e sistemas CDMA. O objetivo [4] é aumentar a eficiência espectral e a capacidade da rede. Operadores móveis ao redor do mundo estarão migrando as suas redes para 2.5G que utilizam tecnologia GPRS(General Packet Radio Service), que permite que pacotes de dados sejam enviados em separado da voz, permitindo maiores velocidades de transmissão.

Ao contrário dos sistemas 2G, os sistemas 2,5G e 3G tem características de tecnologia de troca de pacotes. A troca de pacotes significa que não há necessidade do estabelecimento de circuitos dedicados entre os dispositivos de comunicação e recursos de rede só são usados quando os dados são transmitidos. Isto significa uma conectividade "always-on" para os assinantes. Os serviços de tarifação para serviços 2.5G e 3G podem, no futuro, ser baseado em pacotes, baseados em tempo ou numa mistura do dois.

Operadores [5] de GSM têm a opção de implementar o GPRS (General Packet Radio Service) e/ou EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), antes do 3G. O GPRS permite um upgrade relativamente fácil das redes 2G existentes, suportando taxas mais altas.. Comumente considerado uma tecnologia 2.5G, o GPRS oferece para uma taxa máxima teórica de 171.2kbps, quando todos os 8 time-slots são utilizados ao mesmo tempo. Porém, é mais provável

que os assinantes aloquem de 2 a 4 time-slots, o que baixaria significativamente a taxa. Além disso, desenvolvimentos de GPRS iniciais proveriam apenas suporte ponto a ponto, significando que os assinantes só podem comunicar com uma parte por vez.

Um desafio significativo que enfrenta a migração de GSM é a compatibilidade de aparelhos. Serão requeridos aparelhos novos para todo passo de migração GPRS, EDGE, como também W-CDMA.

Para redes de CDMA, há várias escolhas de tecnologia para migração 3G. De modo geral, existem três tecnologias de alta velocidade potenciais: cdma2000 3X, HDR (High Data Rate) e 1Xtreme.

É provável que os operadores de CDMA implementem cdma2000 1X inicialmente; e, subseqüentemente ou 3X, ou HDR ou 1Xtreme. 1X (significando que apenas uma portadora CDMA de 1.25MHz é usada) oferece aproximadamente duas vezes a capacidade de voz do cdmaOne, oferece taxas médias de dados de 144kbps e tem compatibilidade com o cdmaOne. A tecnologia também pode ser implementada em outra frequência, diferente do cdmaOne. O 3X oferece capacidade mais alta, dados com taxa de até 2Mbps, e também compatibilidade com o 1X.

A Tecnologia HDR é outro possível passo de migração que compete com o 3X. É uma tecnologia que promete até 2.4Mbps em cima de uma portadora CDMA dedicada. Lucent e Qualcomm são os dois principais simpatizantes do HDR.

1Xtreme, outra tecnologia que compete, suporta tráfego de dados e de voz e oferece 5.2Mbps em uma única portadora. Esta tecnologia tem o suporte dos principais fabricantes de aparelhos – Nokia e Motorola.

## 7 CONCLUSÃO

A tecnologia 3G pode ser encarada como serviços 2,5G (típicos do GPRS) acrescidos de ênfase em vídeo e novos terminais, com telas coloridas e maiores que as atuais. E aí aparece uma grande diferença em relação a tecnologia 2,5G. Enquanto esta tecnologia ainda é *voice centric*, mas com maior *data rate*, se comparada à 2G, a 3G é *video-centric* e, portanto, potencializa novos serviços. A evolução do GPRS para a 3G será revolucionária, enquanto que a migração da 2G para 2,5G será apenas evolucionária. Com certeza, a plena

exploração da 3G será uma verdadeira ruptura com conceitos de uso dos celulares atuais. Por exemplo, em vez de mensagens SMS poderemos ter cliques de vídeo!

Os métodos chamados 2,5G são formas criadas para haver uma migração mais suave do padrão 2 para o 3 com um investimento amortizado ao longo de um tempo que seja suficiente para os usuários absorverem os novos serviços que estarão disponíveis.

Os serviços 3G vão acrescentar uma dimensão móvel incalculável aos serviços disponíveis atualmente no mercado. No Brasil, a Internet Móvel está atrasada em relação aos demais países europeus, asiáticos e os EUA. A Segunda Geração é a que domina o mercado brasileiro por ainda não ter chegado a 2,5G.

## 8 Glossário

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Anatel</b> -  | Agencia Nacional de Telecomunicação                            |
| <b>B2B</b> -     | <i>business to business</i>                                    |
| <b>B2C</b> -     | <i>business to client</i>                                      |
| <b>BCDMA</b> -   | <i>broadband</i> CDMA  |
| <b>C2C</b> -     | <i>client to client</i>  |
| <b>CDMA</b> -    | Code Division Multiple Access                                  |
| <b>EDGE</b> -    | Enhanced Data Rates for Global Evolution                       |
| <b>FDMA</b> -    | Frequency Division Multiple Access                             |
| <b>FSK</b> -     | Frequency Shift Keying   |
| <b>GPRS</b> -    | General Packet Radio Service                                   |
| <b>GSM</b> -     | Groupe Speciale Mobile/Global System for Mobile Communications |
| <b>IMT2000</b> - | <i>International Mobile Telecommunications 2000</i>            |
| <b>Pcs1900</b> - | Personal Communication System, 1900 MHz                        |
| <b>PDC</b> -     | Personal Digital Cellular                                      |
| <b>RDSI</b> -    | Rede Digital de Serviços Integrados.                           |
| <b>RTFC</b> -    | Rede de Telefonia Fixa Comutada                                |
| <b>SIM</b> -     | <i>Subscriber Identification Module</i>                        |
| <b>SMS</b> -     | <i>Short Message Service</i>                                   |
| <b>TDMA</b> -    | Time Division Multiple Access                                  |
| <b>UIT</b> -     | União Internacional de Telecomunicação                         |
| <b>UMTS</b> -    | Universal Mobile Telecommunications System                     |
| <b>WCDMA</b> -   | wideband CDMA  |

## 9 Referências Bibliográficas

[1] **International Telecommunications union**, disponível em: <http://www.itu.int/imt>, acessado em: 07/05/2003

[2] **Gustavo, Andre**, “A terceira Geração das Comunicações Móveis”, 2001

[3] **Wirelessbr**, disponível em: [http://helry.sites.uol.com.br/secoes/sec\\_3g.html](http://helry.sites.uol.com.br/secoes/sec_3g.html), acessado em 15/05/2003

[4] **CDMA Development Group**, disponível em: [http://www.cdg.org/resources/library/cdmaWorld/Dec99/haveitall\\_port.asp](http://www.cdg.org/resources/library/cdmaWorld/Dec99/haveitall_port.asp) “Uma Abordagem Racional à Migração” acessado em 25/05/2003

[5] **Guimarães**, Dayani, “Sistemas de Comunicação Móvel de Terceira Geração”, 2000

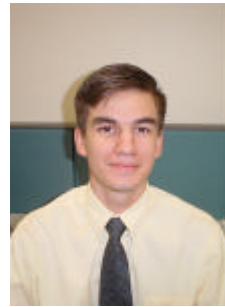
## 10 Agradecimentos

Expressamos o nosso agradecimento ao Prof. Dayani Adionel Guimarães e Náiaide Rocha.

## BIOGRAFIAS



Eliézer Spinelli Melo, cursando o sétimo semestre de Engenharia de Computação no IESB, atualmente trabalhando como programador Multi Soft Consultoria®.



Ygor Costa Lima, cursando o sétimo semestre de Engenharia de Computação no IESB, atualmente trabalhando como programador da CTIS Informática®.

