

A TERCEIRA GERAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES MÓVEIS

*André Gustavo M. Lima**

*Mauro S. Assis***

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma visão global da terceira geração das comunicações móveis, designada por sistema IMT-2000 na nomenclatura da União Internacional de Telecomunicações (UIT). As características básicas do IMT-2000 podem ser resumidas em uma mobilidade global com alta taxa de transmissão de dados. Considerando que a plataforma tecnológica para o IMT-2000 é dada pelos sistemas digitais de 2ª geração, o texto faz inicialmente uma descrição sucinta de tais sistemas. A seguir, são comentadas as propostas submetidas à UIT para o IMT-2000, fazendo-se uma ponte com o processo evolutivo que vem sendo desenvolvido a partir da 2ª geração. O trabalho inclui ainda algumas considerações sobre a propagação da energia nos diversos ambientes associados aos sistemas de 3ª geração, assim como às faixas de frequência atribuídas para o IMT-2000.

INTRODUÇÃO

A evolução dos sistemas de comunicações móveis atuais para os sistemas de terceira geração emerge da necessidade de se dispor de uma mobilidade global (*roaming*), com capacidade para maior diversidade de serviços e melhor qualidade. Neste contexto,

*Formado em Engenharia de Telecomunicações pelo Instituto Militar de Engenharia em 1993. Capitão do quadro de Engenheiros Militares do Exército Brasileiro. Atualmente está servindo no Centro de Desenvolvimento de Sistemas da Secretaria de Tecnologia da Informação do Exército Brasileiro em Brasília-DF.

** Engenheiro Eletricista (Telecomunicações) e Mestre em Ciências de Engenharia Elétrica pela PUC/RJ. Professor Adjunto do IME e da Universidade Federal Fluminense.

a União Internacional de Telecomunicações (UIT) está desenvolvendo estudos com a finalidade de estabelecer as características de um sistema, designado *International Mobile Telecommunications-2000* (IMT-2000), que deverá atender a tais objetivos. Na mesma linha, outros projetos estão em andamento na Europa, Estados Unidos, Japão e China. A convergência de tais projetos com o IMT-2000 tem no uso do espectro de frequências nas vizinhanças de 2 GHz um de seus problemas cruciais. O cenário mundial é complexo, com soluções que, muitas vezes, não dependem unicamente dos aspectos técnicos.

O presente trabalho visa a descrever de modo compacto e objetivo o cenário acima, comentando vantagens e desvantagens das soluções propostas. Para isto, terá como ponto de partida uma análise das características básicas dos sistemas digitais (segunda geração) que estão em operação, como os sistemas GSM e DECT na Europa, IS-95 e IS-136 nos Estados Unidos e PDC e PHS no Japão [1,2]. Estes sistemas oferecem atualmente serviços de voz e dados em baixa velocidade. Entretanto, em sua maioria, estão sendo aprimorados no sentido de possibilitar a introdução de novos serviços, com maiores taxas, incluindo, por exemplo, comutação de pacotes e transmissão assimétrica de dados. Esta geração intermediária está sendo chamada de geração 2,5 ou pré-IMT-2000. Conseqüentemente, o desenvolvimento da terceira geração utiliza como referência a plataforma tecnológica disponível nos sistemas de segunda geração.

No que se refere à terceira geração, o trabalho pretende analisar as características das interfaces terrestres propostas à UIT, tendo por base os requisitos do sistema IMT-2000 [3]. A mobilidade global pretendida pelo IMT-2000 depende de haver uma faixa de frequência comum, com largura adequada para acomodar os diversos sistemas propostos. Assim, esta análise levará em conta a situação atual do espectro em nível mundial e que perspectivas podem ser vislumbradas para a solução dos problemas existentes.

A SEGUNDA GERAÇÃO

A primeira geração de telefonia móvel celular, estruturada em tecnologia analógica, foi implementada a partir do início da década de 1980. O exemplo típico desta primeira geração é o sistema AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), que teve uma aceitação mundial bastante significativa. O desenvolvimento da segunda geração com tecnologia digital teve duas principais motivações: a) Nos Estados Unidos e no Japão, objetivando atender o acelerado crescimento da demanda nos grandes centros com sistemas que propiciassem maior capacidade de tráfego; b) Na Europa para resolver o problema dos diversos sistemas analógicos existentes, tais como TACS (*Total Access Communications System*) no Reino Unido, NMTS (*Nordic Mobile Telecommunications System*) na Escandinávia e o Sistema C na Alemanha, incompatíveis entre si e sem possibilidade de *roaming*. A Tabela 1 apresenta as principais características dos sistemas digitais nos Estados Unidos (IS-95 e IS-136), na Europa

(GSM – *Global System for Mobile Communications*) e no Japão (PDC – *Personal Digital Cellular*) [1,2].

PARÂMETRO	GSM	TIA/EIA 136 (IS-136)	IS-95	PDC
Faixas de frequências (MHz)				
Móvel – Base	GSM 900	Celular		
Base – Móvel	935 – 960 890 – 915	869 – 894 824 – 849		940 – 956 810 – 826
Móvel – Base	GSM 1800			
Base – Móvel	1.805 – 1.880 1.710 – 1.785			
Móvel – Base	GSM 1900	PCS		
Base – Móvel	1.930 – 1.990 1.850 – 1.910	1.930 – 1.990 1.850 – 1.910		1.429 – 1.453 1.477 – 1.501
Espaçamento do canal (kHz)	200	30	1.250	25
Usuários por canal	8	3		3
Técnica de acesso	TDMA	TDMA	CDMA	TDMA
Duplexação		FDD		
Codificação da voz	VSELP (HR-5,6) RPE-LPT (FR-13) ACELP (EFR-2,2)	VSELP (FR-7,95) ACELP (EFR-7,4)	QCELP (8,4,2,1) RCELP (EVRC)	PSI-CELP (HR-3,45) VSEP (FR-6,7)
Modulação	GMSK	$\pi/4$ DQPSK	BPSK QPSK	$\pi/4$ DQPSK
Taxa de transmissão	270.8kb/s	48.6kb/s	1,2288 Mchip/s	42kb/s

HR – Codificador de meia taxa (*half rate*)

FR – Codificador de taxa completa (*full rate*)

EFR – Codificador de taxa completa aprimorada (*enhanced full rate*)

EVRC – Codificador de taxa variável aprimorada (*enhanced variable rate*)

Mchip/s – O termo *chip* é usado para designar o pulso ou o símbolo na função de espalhamento dos sistemas CDMA de seqüência direta (DS-CDMA)

Tabela 1: Sistemas Digitais Celulares de 2ª geração

Ainda no contexto da 2ª geração, cumpre acrescentar que a tecnologia digital foi também aplicada no desenvolvimento do telefone sem fio que, restrito inicialmente a ambientes residenciais, evoluiu para aplicações comerciais com área de cobertura reduzida, tais como, PABX e acesso bidirecional à rede pública de telefonia. A Tabela 2 apresenta uma comparação entre as características básicas dos sistemas celulares e do telefone sem fio [2]. Observar que os números mostrados nesta tabela servem apenas para dar uma idéia quantitativa das características indicadas e não devem ser tomados como referência para projetos específicos. Exemplos de telefones sem fio com tecnologia digital desenvolvidos na Europa (DECT – *Digital Enhanced Cordless Telephone*) e no Japão (PHS – *Personal Handyphone System*) constam da Tabela 3 [2].

CARACTERÍSTICA	TELEFONE SEM FIO	SISTEMA CELULAR
Dimensão da célula	Pequena (50 – 500m)	Grande (0,5 – 30km)
Elevação da antena	Baixa (< 15m)	Alta (> 15m)
Velocidade de deslocamento da unidade móvel	Baixa (< 6km/h)	Alta (< 250km/h)
Cobertura	Restrita	Ampla
Complexidade do transceptor móvel	Pequena	Moderada
Acesso do espectro	Compartilhado	Exclusivo
Duplexação	TDD	FDD
Codificação da voz	32kb/s ADPCM	8 – 13kb/s (vocoder)
Controle de erro	CRC	FEC/entrelaçamento
Detecção	Diferencial	Diferencial coerente
Potência do transceptor móvel	5 – 10mW	100 – 600mW
Proteção contra multipercurso	Diversidade (opcional)	Diversidade/Equalizador/ Receptor Rake

Tabela 2: Comparação entre sistemas celulares e telefone sem fio

CARACTERÍSTICA	DECT	PHS
Faixa de frequência (MHz)	1.880 – 1.900	1.895 – 1.918
Duplexação	TDD	TDD
Espaçamento da portadora (kHz)	1.728	300
Número de portadoras	10	77
Canais por portadora	12	4
Taxa de bits (kb/s)	1.152	384
Modulação	GMSK	$\pi/4$ DQPSK
Codificação da voz	ADPCM – 32kb/s	ADPCM – 32kb/s
Potência média de transmissão (mW)	10	10

Tabela 3: Exemplos de telefone sem fio: DECT e PHS

A TERCEIRA GERAÇÃO

Estudos relativos à 3^a geração das comunicações móveis foram iniciados na UIT (União Internacional de Telecomunicações) em janeiro de 1986, através do Grupo Tarefa TG 8/1 (TG – *Task Group*) do Setor de Radiocomunicações da UIT (UIT-R). O sistema objeto de tais estudos foi denominado FPLMTS (*Future Public Land Mobile Telecommunications System*), passando posteriormente a ser designado IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications – 2000*), fazendo referência ao ano 2000 e à faixa de 2.000MHz onde deverá ser implementado.

Uma importante característica do IMT-2000 se refere à capacidade em termos de taxa de transmissão de dados que deve ser oferecida em cada ambiente. No caso de sistemas terrestres, os seguintes valores mínimos estão sendo considerados [2]:

Veicular: 144kb/s

Pedestre: 314kb/s

Interior: 2Mb/s

O IMT-2000 deverá atender a uma gama diversificada de serviços, desde voz com qualidade equivalente àquela da RTPC (Rede de Telefonia Pública Comutada) a sinais de vídeo e transmissão de dados em alta velocidade, fazendo uso de comutação de circuitos e de pacotes. A utilização de enlaces com elevado grau de assimetria no enlace de descida, ou seja, entre a estação base e o terminal móvel (*downlink*) e o enlace de subida ou reverso entre o terminal móvel e a estação base (*uplink*) constitui outra característica de extrema relevância. O exemplo típico neste caso é o acesso à INTERNET. A Figura 1 ilustra as principais características dos sistemas de 3^a geração.

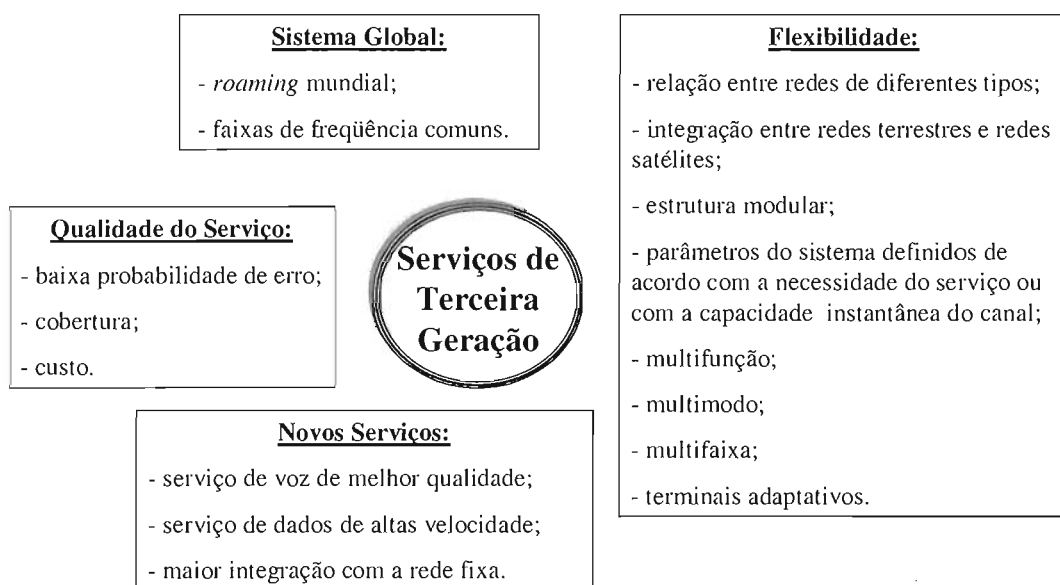


Figura 1: Principais características dos sistemas de 3^a geração

A partir de 10 propostas submetidas ao TG 8/1 como candidatas à componente terrestre do acesso rádio do IMT-2000 [4] foram selecionados os sistemas mostrados na Tabela 4. Cumpre informar que, exceto no que diz respeito ao DECT, todas as demais propostas atendem aos requisitos especificados para o IMT-2000 no que se refere à relação entre o tipo de ambiente e a taxa de transmissão de dados. O sistema DECT tem sua aplicação limitada a ambientes interiores e ao uso pedestre, não permitindo maior mobilidade.

DUPLEXAÇÃO	FDD
Largura de faixa de RF	200kHz
Modulação	Q-O-QAM B-O-QAM GMSK
Taxa bruta de transmissão	722,2kb/s (Q-O-QAM) 361,1kb/s (B-O-QAM) 270,8kb/s (GMSK)
Taxa efetiva (carga)	521,6kb/s (Q-O-QAM) 259,2kb/s (B-O-QAM) 182,4kb/s (GMSK)
Comprimento do quadro	4,615m
Número de janelas	8
Codificação do canal	Convolutacional e ARQ
Salto em frequência (<i>Frequency Hopping</i>)	Opcional
Atribuição dinâmica de canais	Opcional

Tabela 5: Parâmetros do EDGE

Evolução do padrão IS-136

As características atuais do IS-136 estão mostradas na Tabela 1. A evolução deste padrão está sendo coordenada pelo consórcio UWC (UWC Consortium), daí estar sendo também designado por UWC-136. A etapa seguinte desta evolução (UWC-136+) inclui o uso de modulação de nível mais elevado (8-PSK) para permitir o aumento da capacidade de carga e convergência para o GSM através do GPRS com uma taxa de 72,9kb/s. A partir daí, o passo seguinte será o EDGE (UWC-136HS) visando a aplicações em ambientes externos e veiculares. Diferentemente do GSM que evoluirá para a tecnologia WCDMA através do UTRA, o UWC-136 deverá continuar com a tecnologia TDMA, havendo previsão de ser possível a utilização do UWC-136HS em ambientes internos com o aumento da largura de faixa de RF e modulação do tipo QAM. A Tabela 6 apresenta os parâmetros básicos da evolução do UWC-136.

PARÂMETRO	UWC-136 (IS-136)	UWC-136+	UWC-136HS (externo/veicular)	UWC-136HS (interno)
Técnica de acesso	TDMA			
Duplexação	FDD		FDD e TDD	
Largura de faixa de RF (kHz)	30		200	1.600
Modulação	$\pi/4$ DQPSK	CCH: $\pi/4$ DQPSK TCH: $\pi/4$ QPSK e 8PSK (DTCH)	8PSK GMSK	Q-O-QAM B-O-QAM
Quadro (ms)	40		4,6	4,615
Número de janelas por quadro	6		8	64 @ 72 μ s 16 @ 288 μ s
Taxa bruta de transmissão	48,6kb/s	72,9kb/s (8PSK) 48,6kb/s (QPSK/DQPSK)	812,5kb/s (8PSK) 270,8kb/s (GMSK)	5,6Mb/s (Q-O-QAM) 2,6Mb/s (B-O-QAM)

Tabela 6: Parâmetros do UWC-136

No contexto da convergência do IS-136 com o GSM é importante citar o problema das redes de suporte para *roaming*. O padrão IS-136, assim como o AMPS e o IS-95 utilizam a rede ANSI-41, (ANSI – *American National Standard Institute*) cuja especificação e padronização está sob a responsabilidade do Sub-Comitê TR 45.2 da TIA. O GSM emprega o protocolo MAP (*Mobile Application Protocol*) que difere do ANSI-41 em diversos pontos, tais como a identificação do usuário, o processo de autenticação e a interface com a estação radiobase. Entretanto, como as duas redes estão também evoluindo para a 3ª geração, as barreiras existentes deverão ser ultrapassadas de modo que os sistemas possam ser interligados [4,6].

Evolução do sistema IS-95

O primeiro passo na evolução do padrão mostrado na Tabela 1 corresponde ao IS-95B e tem por objetivo permitir serviços de dados com uma taxa de transmissão máxima de 115,2 kb/s, agregando um máximo de 8 canais de tráfego (8 x 14,4) para transmissão de pacotes. Algumas operadoras, como é o caso do Japão, já estão operando comercialmente com uma taxa entre

28,8 e 57,6kb/s no enlace de descida e 14,4kb/s no enlace reverso. Melhorias no *soft handoff* e no *handoff* entre frequências utilizando a técnica MAHO (*Mobile Assisted HandOff*) possibilitarão aumentar a capacidade do sistema.

O sistema CDMA 2000 pretende utilizar a técnica de multiportadora no enlace de descida (MC – *Multicarrier*). Está previsto o emprego de 3, 4, 6 e 12 portadoras. Esta opção é bastante atrativa para os operadores do IS-95, uma vez que permite uma migração suave para a 3ª geração no espectro de frequências atual. A evolução do IS-95 para o CDMA 2000 está progredindo rapidamente com as versões de portadora única (1X) e de 3 portadoras (3X), onde X corresponde à taxa básica de 1,2288Mchips/s. A compatibilidade entre os sistemas de 2ª e 3ª gerações pode ser visualizada nos itens comentados a seguir. Vale destacar que os comentários se referem a terminais modo-simples.

- Padrão IS-95A – Os terminais atuais poderão operar nas redes futuras: 95B, MC 1X e MC 3X na velocidade de 14,4kb/s;
- Padrão IS-95B – Terminais já disponíveis com condições de operação nas velocidades de 14,4kb/s em redes 95A e 114kb/s em redes 95B, MC 1X e MC 3X;
- MC 1X (IMT-2000) – Terminais com previsão de disponibilidade em 2001 para operação em redes 95A na velocidade de 14,4kb/s, em redes 95B em 114kb/s e 307kb/s nas redes MC 1X e MC 3X;
- MC 3X (IMT-2000) – Ainda sem previsão a conclusão do desenvolvimento destes terminais que poderão operar a 14, 4kb/s nas redes 95A, a 114kb/s nas redes 95B, a 307kb/s nas redes 1X e a 2Mb/s nas redes 3X.

CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À PROPAGAÇÃO DA ENERGIA

A rede integrada de 3ª geração deverá englobar diversos tipos de células, desde a cobertura de ambientes interiores (prédios) até áreas amplas correspondentes à cobertura por satélites. A Figura 2 exemplifica esta situação. Conseqüentemente, o modelo a ser usado no cálculo da atenuação de propagação deve atender às características específicas da célula em questão. Embora uma análise detalhada de tais problemas esteja fora do escopo deste trabalho, alguns comentários considerados relevantes para que se possa melhor avaliar o efeito dos diversos mecanismos de propagação no desempenho global de um determinado sistema. Aos leitores interessados recomenda-se consultar a literatura técnica disponível [7,8].

Na análise dos problemas de propagação associados aos sistemas móveis é fundamental o conhecimento dos principais mecanismos responsáveis pelo transporte da energia entre dois pontos. Neste contexto, destacam-se o conceito de propagação em espaço livre, a reflexão dos sinais no solo ou em prédios que podem alterar a trajetória da energia, o fenômeno da difração que possibilita a recepção de sinais fora da linha de visada entre o transmissor e o receptor e o efeito de espalhamento que apesar de ter um caráter local, dependendo da

IMT-2000

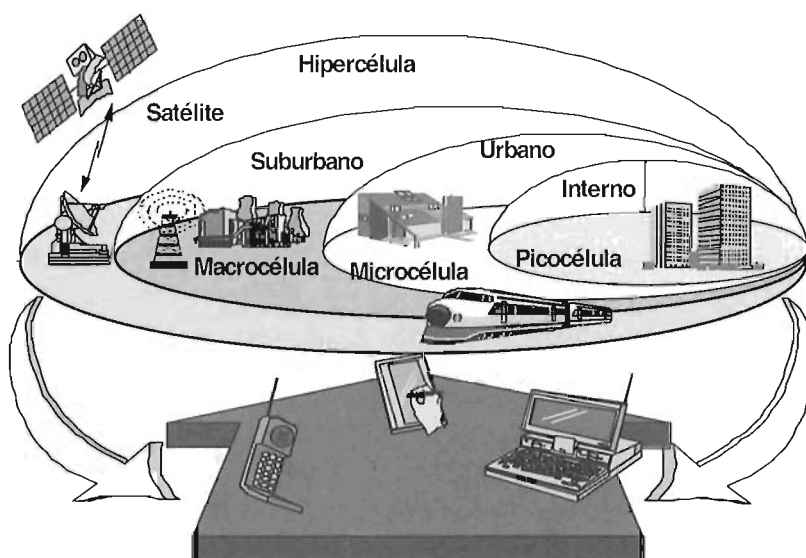


Figura 2: IMT-2000: Ambientes de propagação e tipos de células

geometria do enlace, pode afetar a intensidade do campo recebido. A estes mecanismos pode-se acrescentar a transmissão de energia através das paredes e pisos dos prédios e a absorção pela vegetação em árvores isoladas e bosques urbanos.

A propagação em espaço livre é simples e seu cálculo imediato. Entretanto, é necessário ter em mente as limitações deste mecanismo que depende da folga da trajetória em relação aos obstáculos do percurso em termos do raio da 1ª zona de Fresnel. A reflexão dos sinais no solo ou em prédios que podem alterar a trajetória da energia é, normalmente, avaliada através da ótica geométrica. O cálculo é também simples na condição de reflexão total, entretanto, torna-se complicado se for levado em conta o efeito de espalhamento causado pela rugosidade das superfícies. O fenômeno da difração, responsável pela recepção de sinais fora da linha de visada entre o transmissor e o receptor, pode ser avaliado pela ótica física, baseada no princípio de Huygens-Fresnel ou pela teoria geométrica da difração (TGD). Em ambos os casos, a formulação matemática é complexa, requerendo o emprego de recursos computacionais na avaliação rigorosa de uma dada situação. Em determinadas aplicações de interesse, de prático, podem ser utilizadas soluções aproximadas através de gráficos ou fórmulas.

No que se refere aos procedimentos de cálculo específicos para comunicações móveis, os modelos podem ser classificados em determinísticos, empíricos e semi-empíricos. Os modelos

determinísticos têm na técnica de traçado de raios a sua principal ferramenta, a qual é apoiada no conhecimento dos fenômenos de reflexão e difração dos sinais comentados no parágrafo anterior. Estes modelos são normalmente utilizados na avaliação da cobertura de microcélulas, onde a antena da ERB situa-se na altura dos postes de iluminação e em picocélulas (ambientes interiores). Nos modelos empíricos, a dependência com a distância, frequência, alturas das antenas etc., é definida através da análise de um grande número de medidas de campo. Neste ponto reside a limitação de tais modelos, caso os dados experimentais disponíveis não sejam adequados para permitir a extrapolação de resultados de uma área para outra. Entretanto, modelos desta natureza têm sido bastante úteis na estimativa da cobertura de células onde a antena da ERB esta localizada acima do nível médio dos prédios. Os modelos semi-empíricos procuram unir o rigor da formulação teórica dos métodos clássicos de propagação à possibilidade de ajuste associado aos dados experimentais. Soluções semi-empíricas apresentam particular interesse na faixa situada entre as regiões de aplicação dos modelos determinísticos e empíricos.

Para completar este cenário, restaria comentar o problema da variabilidade do sinal associada ao efeito da multiplicidade de percursos através dos quais a energia se propaga entre o transmissor e o receptor. No entanto, as características deste problema, assim como as técnicas empregadas para compensar seus efeitos, não permitem um resumo conciso de seus aspectos principais, requerendo uma elaborada análise matemática. Um estudo sobre esta variabilidade pode ser encontrado em Rappaport [9].

A SITUAÇÃO DO ESPECTRO DE FREQUÊNCIAS

A Conferência Mundial Administrativa de Radiocomunicações de 1992 (WARC – *World Administrative Radio Conference*) identificou as faixas de 1.885-2.025MHz e 2.110-2.200MHz para uso global pelo IMT-2000, perfazendo um total de 230MHz. Neste total inclui-se o uso compartilhado da componente satélite do IMT-2000 nas subfaixas de 1.980-2.010MHz e 2.170-2.200MHz. Cumpre observar que, para a Região 2, na Conferência Mundial de Radiocomunicações de 1995 (WRC – *World Radiocommunication Conference*), houve uma modificação na atribuição para o serviço móvel por satélite com o acréscimo das subfaixas 2.010-2.025MHz e 2.160-2.170MHz.

Exceto no que diz respeito à parte inferior da faixa de 1.885-2.025MHz, a Europa e o Japão estão trabalhando com um planejamento que visa atender ao recomendado na WARC-92. Vale lembrar que, na Europa, o DECT ocupa a faixa de 1.880-1.900MHz, enquanto no Japão, a operação do PHS estende-se de 1.895 a 1.918MHz. Nos Estados Unidos existe uma situação totalmente diferente. A FCC (*Federal Communication Commission*) atribuiu para introdução do serviço de comunicações pessoais (PCS – *Personal Communications Service*) uma parte significativa do espectro previsto para o IMT-2000. De acordo com a FCC, as

faixas de 1.850-1.910MHz e 1.930-1.990MHz foram atribuídas para o PCS que necessita licença, ficando a faixa de 1.910-1.930MHz para utilização pelos sistemas não-licenciados. As faixas do PCS foram leiloadas, havendo um considerável investimento das empresas interessadas. Esta situação, praticamente irreversível, tornou inviável o emprego do espectro previsto pela WARC-92 para o IMT-2000 em uma base global. O cenário do espectro nas vizinhanças de 2.000MHz pode ser visualizado na Figura 3. Observar nesta figura, na linha USA, que a parte superior da faixa atribuída ao IMT-2000 está com a designação de reservada, indicando a utilização por serviços do governo americano.

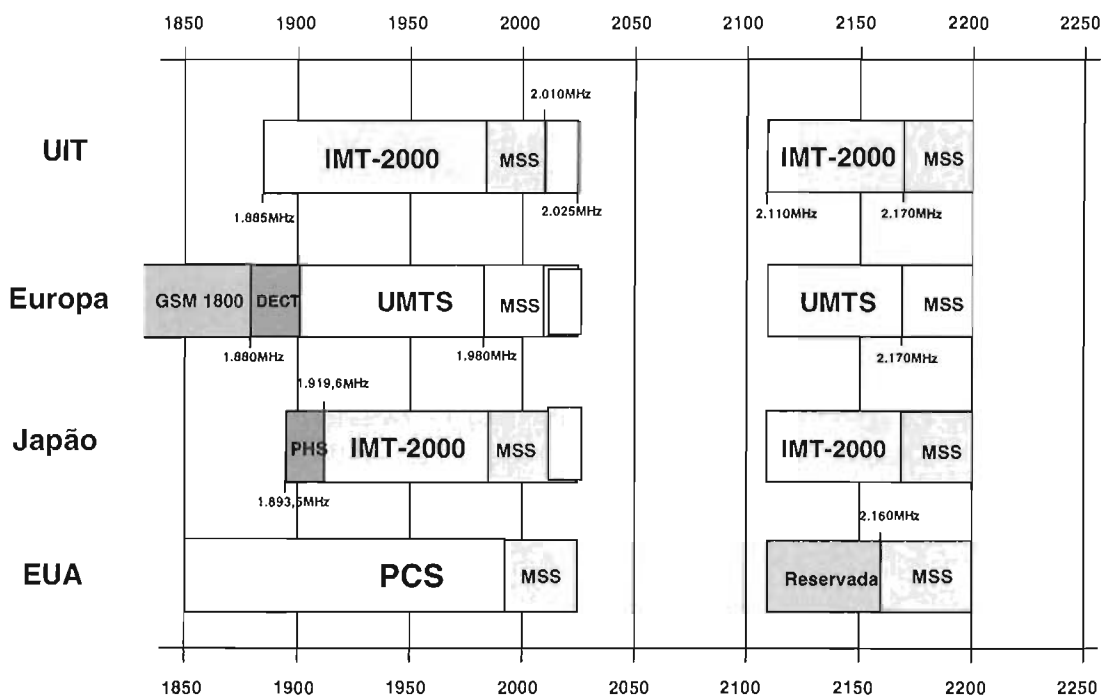


Figura 3: A situação do espectro de frequências

Na WRC-2000, faixas adicionais foram identificadas para o IMT-2000: 806-960MHz; 1.710-1.880MHz e 2.500-2.690MHz. Em que pese a maior flexibilidade que estas faixas irão proporcionar, há que considerar os serviços que nelas operam atualmente e que deverão ser remanejados ou coexistirem com o IMT-2000 em ambiente de interferência controlada. Por exemplo, a faixa 2.500-2.690MHz não é adequada para o Brasil, uma vez que está sendo utilizada pelo serviço de Distribuição de Sinais Multiponto Multicanal (MMDS – *Microwave Multipoint Distribution System*).

Ao analisar a questão da expansão do serviço móvel celular no Brasil, ainda no contexto da 2ª geração, a ANATEL optou pela utilização da faixa de 1,8GHz (1.710 a 1.880MHz). Não se pretende neste trabalho discutir as vantagens e as desvantagens desta decisão. O assunto é tratado detalhadamente no Relatório da Consulta Pública nº 198/99, onde são considerados não apenas os aspectos técnicos da questão, mas também aspectos mercadológicos, operacionais e industriais. Este relatório encontra-se disponível no site da ANATEL (www.anatel.gov.br). Apenas dois pontos associados a esta decisão serão destacados: a) A possibilidade, em curto prazo, de implantação do IMT-2000 no Brasil na faixa definida na WARC-92; b) A introdução da tecnologia GSM no País, a qual domina atualmente mais de 50% do mercado mundial das comunicações celulares.

De acordo com a ANATEL, estão destinadas as seguintes faixas de frequências para a implantação do Serviço Móvel Pessoal (SMP)¹ no Brasil:

Subfaixa A

Transmissão da Estação Móvel: 824 a 835MHz; 845 a 846,5MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 869 a 880MHz; 890 a 891,5MHz

Transmissão da Estação Móvel: 1.900MHz a 1.905MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 1.980MHz a 1.985MHz

Subfaixa B

Transmissão da Estação Móvel: 835 a 845MHz; 846,5 a 849MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 880 a 890MHz; 891,5 a 894MHz

Transmissão da Estação Móvel: 1.905 a 1.910MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 1.985 a 1.990MHz

Subfaixa C

Transmissão da Estação Móvel: 1.725 a 1.740MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 1.820 a 1.835MHz

Subfaixa D

Transmissão da Estação Móvel: 1.710 a 1.725MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 1.805 a 1.820MHz

Subfaixa E

Transmissão da Estação Móvel: 1.740 a 1.755MHz

Transmissão da Estação Radiobase: 1.835 a 1.850MHz

¹ De acordo com a ANATEL, o Serviço Móvel Celular (SMC) passou a ser designado por Serviço Móvel Pessoal (SMP).

Por outro lado, para os sistemas que sigam as especificações do IMT-2000 estão destinadas as seguintes faixas de frequências:


1.885-1.900MHz;

1.950-1.980MHz;

2.140-2.170MHz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica da evolução tecnológica não permitirá que o material constante deste trabalho se mantenha atual por longo tempo. Embora os conceitos básicos permaneçam, o desenvolvimento de novos componentes e circuitos levará à implementação de novos serviços ou ao aprimoramento dos atualmente previstos para a 3ª geração. Entretanto, dentro das informações disponíveis até a data de sua conclusão (outubro de 2000), procurou-se elaborar um texto que servisse de referência para uma visão global da 3ª geração das comunicações celulares. Além de enfatizar o processo evolutivo a partir da 2ª geração atualmente em operação, foram também comentadas algumas soluções intermediárias da chamada geração 2,5.

A continuidade dos trabalhos desenvolvidos pelo TG 8/1 (ver Seção 3) foi atribuída ao Grupo de Trabalho WP 8F da Comissão de Estudos 8 do UIT-R (WP - *Working Group*). Este WP tem sob sua responsabilidade todos os aspectos de sistemas do IMT-2000 e de sua evolução (*IMT-2000 and systems beyond IMT-2000*). Por exemplo, dentre os problemas que estão sendo tratados pelo WP 8F, foram destacados neste trabalho: a) A necessidade de uma solução para a interligação das redes de suporte para *roaming*; b) A importância de um planejamento otimizado do espectro de frequências disponível para o IMT-2000. 

REFERÊNCIAS

- [1] PRASAD, R. “*Universal Wireless Personal Communications*”, Artech House, Boston, USA, 1998.
- [2] ZENG, M., ANNAMALAI, A. e BHARGAVA, V. J. “*Recent advances in cellular wireless communications*”, IEEE Communications Magazine, vol. 37, nº 9, 129-138, setembro, 1999.
- [3] UIT, “*Principles and approaches on evolution to IMT-2000/FPLMTS, Handbook on Land Mobile*”, Vol.2, Genebra, Suíça, 1997.
- [4] OLIPHANT, M. W. “*The mobile phone meets INTERNET*”, IEEE Spectrum, nº 8, 20-28, agosto de 1999.
- [5] CHAUDHURI, P., MOHR, W. e ONOE, S. “*The 3GPP proposal for IMT-2000*”, IEEE Communications Magazine, Vol. 37, nº 12, 72-81, dezembro, 1999.

- [6] OLIPHANT, M. W. “*Radio interfaces make the difference in 3G cellular systems*”, IEEE Spectrum, nº 10 , 53-58, outubro de 2000.
- [7] BERTONI, H. “*Radio Propagation for Modern Wireless Systems*”, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2000.
- [8] CÁTEDRA, M. F. e PÉREZ-ARRIAGA, J. “*Cell Planning for Wireless Communications*”, Artech House, Boston, USA, 1999.
- [9] RAPPAPORT, T. S. “*Wireless Communications - Principles and Practice*”, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1996.

GLOSSÁRIO

ACELP – Algebraic CELP
ADPCM – Adaptive Differential Pulse Code Modulation
AMPS – Advanced Mobile Phone System
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações (Brasil)
ANSI – American National Standard Institute (USA)
ARIB – Association of Radio Industries and Business (Japão)
ARQ – Automatic repeat ReQuest
BPSK – Binary PSK
CATT – China Academy of Telecommunications Technology (China)
CCH – Control CHannel
CDMA – Code Division Multiple Access
CELP – Code Excited Linear Predictor
CRC – Cyclic Redundancy Code
DCS – Digital Communication System
DECT – Digital Enhanced Cordless Telephone
DQPSK – Differential Quadrature PSK
DTCH – Dedicated TCH
EDGE – Enhanced Data rates for Global Evolution
EFR – Enhanced Full Rate
ERB – Estação Radiobase
ETSI – European Telecommunications Standard Institute
EIA – Electronic Industries Association
FCC – Federal Communication Commission
FEC – Forward Error Correction
FDD – Frequency Division Duplexing
FPLMTS – Future Public Land Mobile Telecommunication System
GMSK – Gaussian Minimum Shift Keing
GPRS – General Packet Radio Service
GSM – Global System for Mobile communications
HR – Half Rate
HSCSD – High Speed Circuit Switched Data
IMT-2000 – International Mobile Telecommunications-2000

IS – Interin Standard
MAHO – Mobile Assisted HandOff
MC – Multi Carrier
MMDS – Microwave Multipoint Distribution System
NMTS – Nordic Mobile Telecommunications System
MAP – Mobile Application Protocol
O-QAM – Offset QAM
PABX – Private Automatic Branch Exchange
PCS – Personal Communications Service
PDC – Personal Digital Cellular
PHS - Personal Handyphone System
PSI-CELP – Pitch Synchronous Innovation CELP
PSK – Phase Shift Keing
QAM – Quadrature Amplitude Modulation
QCELP – Qualcomm CELP
QPSK – Quadrature PSK
RPE-LTP – Regular Pulse Excitation - Long Term Predictor
RTPC – Rede de Telefonia Pública Comutada
RTT – Radio Transmission Technologies
SIM – Subscriber Identity Module
SMP – Serviço Móvel Pessoal
SMS – Short Message Service
TACS – Total Access Communications System
TCH – Traffic CHannel
TDD – Time Division Duplexing
TDMA – Time Division Multiple Access
TD-SCDMA – Time Division Synchronous CDMA
TG – Task Group
TGD – Teoria Geométrica da Difração
TIA – Telecommunication Industries Association (USA)
TTA – Telecommunication Technologies Association (Coréia)
UIT – União Internacional de Telecomunicações
UIT-R – Setor de Radiocomunicações da UIT
UMTS – Universal Mobile Telecommunications System (Europa)
UTRA – UMTS Terrestrial Radio Access
UWC – Universal Wireless Communications
UWCC – UWC Consortium
VSELP – Vector Sum Excited Linear Predictor
WARC – World Administrative Radio Conference
WRC - World Radiocommunication Conference
WCDMA – Wideband CDMA
WP – Working Group