

# PERPECTIVAS DAS COMUNICAÇÕES MÓVEIS NO BRASIL

Mirella M. Pereira e Leonardo G. de R. Guedes

Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília  
Depto de Computação, Universidade Católica de Goiás  
icti@ieee.org, lguedes@eee.ufg.br

## Resumo

As vertentes mercadológicas envolvidas neste processo de migração para terceira geração de comunicações móveis são tratadas com o objetivo de se traçar uma visão sobre quais os aspectos serão decisórios para a definição do mapa das comunicações sem fio e dos caminhos que as operadoras irão seguir para prover serviços multimídia a seus usuários.

## Abstract

*The marketing questions involved in this 3G mobile systems migration process are treated, with the objective of drawing a vision on which aspects will be resolutive for the definition of the map of the communications wireless and of the paths that the operators will choose to provide multimedia's services to their users.*

## INTRODUÇÃO

Os sistemas móveis celulares cobrem hoje um universo de aplicações voltadas para a transmissão de dados. Neste contexto, foram desenvolvidas diversas tecnologias que permitem o tráfego de informações por comutação de circuitos e pacotes, classificadas em gerações, conforme principalmente as velocidades de transmissão de dados obtidas.

Porém, devido à concorrência instaurada após o processo de privatização das telecomunicações no Brasil, o usuário passou a ter o poder da livre escolha e negociação. Por outro lado, as empresas, para se estabelecerem no mercado, devem se tornar competitivas, disponibilizando a seus clientes, os serviços que eles querem a preços mais baixos que os praticados por outras operadoras.

Nesse aspecto, a escolha das tecnologias que melhor irá satisfazer as necessidades do usuário, torna-se um ponto fundamental para as companhias celulares, tanto para as entrantes, que tem que assumir todos os custos da implantação de uma nova rede, quanto para aquelas que herdaram sua estrutura das estatais, que não podem desprezar a planta existente.

São muitas as variáveis envolvidas neste processo de migração dos sistemas celulares para a terceira geração de comunicações móveis. Porém quais serão

os aspectos que irão definir o cenário brasileiro? Até que ponto nós podemos ser influenciados por vertentes internacionais? Quando e como ocorrerá este *overlay* de tecnologias? Muitas destas questões, ainda não podem ser respondidas, porém, este trabalho se propõe a apresentar uma visão sobre como se dará este processo pela delimitação das diretrizes envolvidas.

Este tutorial foi organizado da seguinte forma: a seção II apresenta os padrões tecnológicos de telefonia celular de primeira e segunda geração. A seção III apresenta um resumo das tecnologias usadas na segunda geração e meia de serviços móveis (2,5G). A seção IV fala sobre a terceira geração de comunicações móveis (3G). A seção V apresenta quais os possíveis caminhos para a migração dos serviços de segunda geração para a 3G, a partir das tecnologias utilizadas no Brasil: TDMA, GSM e CDMA e finalmente, a seção VI traz uma abordagem mercadológica sobre as questões relacionadas à migração dos serviços móveis para a 3G no Brasil: panorama da telefonia celular no país, regulamentação, processo de reestruturação das empresas, disponibilidade de terminais e estudo do mercado consumidor frente às inovações tecnológicas.

## PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO DE SISTEMAS MÓVEIS CELULARES

A primeira geração de sistemas celulares atendeu cerca de 49 milhões de usuários no mundo, entre os anos de 1981 e 1994. Os diversos sistemas celulares analógicos operavam basicamente em três faixas de frequências distintas: 450, 800 e 900 MHz. Alguns sistemas ofereciam serviço de *roaming* nacional e internacional, mas, em muitos casos, não havia padronização entre as diversas interfaces dos sistemas, ou seja, os sistemas utilizavam interfaces proprietárias. Os sistemas analógicos de primeira geração que mais se destacaram, acerca do nível de penetração junto ao público, qualidade, facilidades e variedade de tipos de terminais, foram: AMPS, TACS, NMT e NTT.

Por volta de 1980, era evidente que os sistemas de primeira geração, baseados em técnicas de sinalização analógica, se tornariam obsoletos e já haviam atingido o limite de sua capacidade nas áreas metropolitanas mais densas. Avanços na tecnologia de circuitos integrados tornaram a comunicação digital não apenas viável, como também economicamente mais atraente. Em setembro de 1988, o CTIA nos EUA divulgou um documento intitulado URP - User's Performance Requirement, o qual especificava os requisitos desejados para a segunda geração de sistemas celulares [1].

Os padrões de segunda geração baseados em tecnologias digitais de comunicação, surgiram no mercado trazendo maior eficiência de utilização do espectro e introduzindo novos serviços, não apenas relacionados à voz, mas também à transmissão de dados. Foram também padronizadas as interfaces para interoperação intra-sistemas, constituídas agora de interfaces abertas (não proprietárias), o que facilitou o tratamento dos usuários em *roaming*.

Ao final de 1994, cinco milhões de usuários no mundo já utilizavam o serviço celular digital, sendo que 90% destes, faziam uso de terminais GSM. Quatro famílias de sistemas celulares destacaram-se nessa segunda fase dos sistemas celulares: D-AMPS/ TDMA (IS 54/136), CDMA (IS 95), GSM e PDC, os quais detalharemos a seguir.

## SISTEMAS TDMA

Nessa técnica, uma frequência ou portadora de RF é compartilhada por diversas comunicações distintas "simultaneamente". Para isso, em cada instante de tempo determinado, a portadora é designada à transmissão da informação de um usuário específico, sendo possível intercalar amostras de outros sinais, os quais são recuperados na recepção através de um detector síncrono adequado. A interferência entre canais adjacentes é limitada por este sincronismo, que permite a captação da energia de um dado sinal recebido no instante de tempo correto.

O padrão IS-54 baseia-se nas técnicas de múltiplo acesso FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) e TDMA (*Time Division Multiple Access*). A IS-54 incorpora o sistema AMPS (analógico) e uma tecnologia de transmissão digital. Apesar da IS-54 apresentar duas técnicas de múltiplo acesso, FDMA e TDMA, popularmente é conhecida como sistema TDMA. O padrão TDMA continuou evoluindo, além da IS-54 Rev. B, para um sistema digital com canal de controle também digital. Essa evolução é tratada pela IS-136.

## SISTEMA GSM

No início dos anos 80, os países europeus utilizavam diferentes sistemas de telefonia celular, incompatíveis entre si, o que associado ao crescente aumento da demanda por serviços de telecomunicações fez com que fosse criada a CEPT (*Conférence Européene des Postes et Télécommunications*). Esta foi responsável pela fundação de um grupo que especificou um sistema de telefonia móvel comum para a Europa Ocidental, o qual foi chamado de "*Groupe Spéciale Mobile*" deu origem ao nome GSM. Desde então, essa abreviatura tem sido interpretada de outras formas, porém a expressão mais comum nos dias de hoje é *Global System for Mobile communications*.

No início da década de 90, a falta de uma padronização para um sistema de telefonia móvel era um problema mundial. Por esse motivo, o sistema GSM também se disseminou pelos países da Europa Oriental, África, Ásia e Austrália. Porém, esta tecnologia não foi implantada nos Estados Unidos, na América do Sul em

geral e no Japão, onde foram implantados outros modelos de sistemas móveis, que não eram compatíveis com o GSM. No entanto, um dos sistemas que começou a operar nos Estados Unidos, o PCS (*Personal Communication System*), utiliza a tecnologia GSM com algumas variações [2].

O sistema GSM é baseado em multi-portadoras, acesso múltiplo por divisão de tempo (TDMA) e duplexação por divisão de frequência (FDD).

### SISTEMA CDMA

O Acesso Múltiplo por Divisão de Código foi desenvolvido nos EUA pelo segmento militar. Sua primeira utilização foi para a comunicação entre aviões de caça e rádio controle de mísseis teleguiados. Neste método de acesso, as EMs transmitem na mesma portadora e ao mesmo tempo. Mas cada comunicação individual é provida com um código particular, que garante alta privacidade à comunicação.

As conexões simultâneas são diferenciadas por códigos distintos de baixa correlação. Seqüências digitais do tipo *pseudo-noise* (PN). São gerados por códigos pseudo-aleatórios (PN codes) e ortogonais com taxa alta de transmissão por *Direct Sequence* ou *Direct Spread*. Obtêm-se, então, um sinal de faixa larga por *Spread Spectrum* (espalhamento espectral), pelo fato de se transmitir o sinal em uma taxa maior que a taxa da informação. A largura de faixa padronizada para os serviços móvel celular é de 1.25 MHz. A razão entre a faixa espalhada do sinal e sua faixa original é conhecida como ganho de processamento.

### SISTEMA PDC

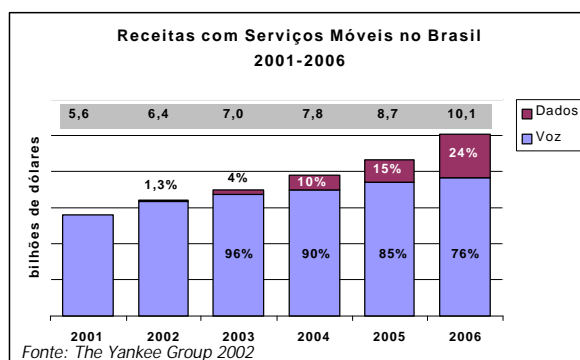
O sistema PDC (*Personal Digital Cellular*), padrão utilizado no Japão, é um sistema baseado no modo de acesso TDMA, que entrou em operação publicamente, em Osaka, no ano de 1994, nas frequências de 800MHz e 1500GHz. Em geral, a estrutura do PDC é muito similar a do TDMA.

### TECNOLOGIAS DA 2,5G

Com a explosão do uso de aparelhos móveis, como celulares, o potencial de pessoas acessando serviços e informações pela Web, cresce exponencialmente. Há

muito mais usuários de celulares e de outros equipamentos móveis do que usuários de PCs. E a disseminação de celulares tende a ser muito maior devido às diferenças de preço entre esse equipamento e um sofisticado microcomputador. Até o final de 2003, o número de dispositivos móveis com acesso à Internet, em todo o mundo, deverá passar de 1 bilhão. E em 2007, de dois bilhões. Na realidade brasileira, a tendência também é de crescimento. Em 1990, foi vendido o primeiro telefone celular, no Rio de Janeiro, por cerca de 22.000 dólares. Já em 1995, tínhamos pouco mais de 1,2 milhões de aparelhos. Encerramos 2001 com mais de 23 milhões e as estimativas apontam que, em 2005, serão cerca de 58 milhões. [4]

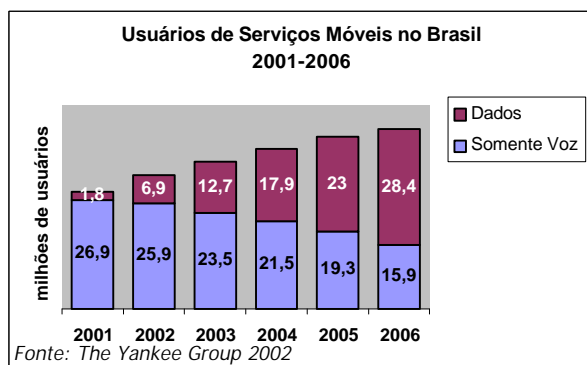
Para as operadoras, a queda na receita de voz faz com que seja necessário se diversificar as fontes de receita. Hoje, serviços de transmissão de voz e interconexão representam 98% do faturamento das operadoras de celulares, enquanto apenas 2% são oriundos de serviços de dados. Um exemplo disso é a oferta de serviços de mensagem curta (SMS), que agora busca um maior refinamento. Para termos uma comparação com outros mercados, na Europa, o envio de mensagens curtas já representa 10% da receita das operadoras. Segundo previsões de analistas, em 2006, os serviços de dados serão responsáveis por 24% das receitas das operadoras e, em 2010, os serviços não voz representarão mais de 30%, conforme podemos visualizar na Figura 1 [11].



**Figura 1** - Receitas com Serviços Móveis no Brasil no período de 2001 a 2006.

O número de usuários de dados também aumentará significativamente em detrimento daqueles que utilizam seus celulares apenas para o tráfego de voz. Atualmente, 35% dos usuários de serviços

móveis transmitem dados, além de voz. Este número deve aumentar para 64%, em 2006, conforme ilustrado na Figura 2 [11].



**Figura 2** - Usuários de Serviços Móveis no Brasil no período de 2001 a 2006.

A 2,5G tem velocidades superiores à 2G e, através de tecnologias de pacotes, permite acesso à Internet mais flexível e eficiente. A geração 2,5 pode ser considerada uma etapa intermediária antes da 3G. A geração 2,5 utiliza tecnologias como GPRS (*General Packet Radio Service*), EDGE (*Enhanced Data for GSM Evolution*), 1xRTT (primeiro degrau da migração cdma2000) e HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*), sendo que destacaremos as duas primeiras, pela sua relevância frente ao atual mercado. O EDGE é uma versão de maior banda do GPRS - e, por isso, muitos o chamam de E-GPRS - permitindo velocidades máximas de até 384 Kbps.

### GPRS

O GPRS (*General Packet Radio Service*) é uma tecnologia voltada para a comunicação móvel, que apresenta algumas características diferenciadoras com relação aos sistemas vistos da 2ª Geração de sistemas móveis.

Apresenta uma velocidade bem superior, chegando a máximos teóricos de 114Kbps, embora na prática, as velocidades reais sejam bem menores. É uma tecnologia ainda nas fases iniciais de evolução e, portanto, opera com restrições. Os próprios terminais limitam o alcance de sua velocidade de 20 a 56Kbps. Aumentar essa velocidade elevaria sensivelmente a radiação dos aparelhos e diminuiria a duração das baterias, o que tornaria a questão bastante complexa.

O GPRS usa a técnica de comutação de pacotes. Essa técnica divide a informação em pedaços (pacotes), enviando-os pela rede. Eles são então agrupados novamente apenas no receptor. Portanto, os recursos de comunicação (como o espectro de rádio) são usados apenas quando uma informação está sendo transmitida, não mais a bloqueando durante toda a conexão. Quando o GPRS quebra os dados em pacotes, não bloqueia os recursos da rede, liberando-o para outras transmissões concorrentes e, portanto, não necessitando que a ligação seja cobrada por tempo, mas pelos bits transmitidos. O tempo de ligação torna-se irrelevante, apenas a carga de bits transmitidos é que utiliza a rede. Pacotes de dados de diferentes terminais são estatisticamente multiplexados de uma forma estatística através da interface aérea, o que provê um uso mais eficiente dos canais de rádio. A multiplexação estatística significa que o usuário pode ter vários retardos na rede. Entretanto, uma qualidade de serviço QoS (*Quality of Service*) pode ser negociada entre o usuário e a operadora a fim de prover um nível apropriado de serviço conforme a aplicação.

Cada terminal GPRS pode, potencialmente, dispor de seu próprio endereço IP e ser endereçado como tal. Com o GPRS, o assinante não tem que esperar pela conexão (a impressão é de estar *always on*), e a transmissão é mais rápida.

### cdma2000 - 1xRTT

A tecnologia de transmissão de rádio cdma2000 1xRTT (*One Next Radio Transmission Technology*) é baseada na evolução do atual sistema cdmaOne para um sistema multimídia que oferece um aumento da capacidade do sistema e dos serviços disponíveis. Além de satisfazer as necessidades da geração 2,5 de sistemas sem fio, o CDMA 1xRTT é compatível com as versões anteriores do sistema, como o cdmaOne, desenvolvido mundialmente, garantindo uma migração suave dos sistemas de segunda para os de terceira geração.

A evolução da capacidade do cdmaOne foi padronizada pela norma IS-95B, a qual fornece uma taxa de até 64 Kbps para conexões ISDN. A próxima fase do cdmaOne é um padrão conhecido como cdma2000 1xRTT (IS-2000), que permite

transmissão de dados a 144 Kb/s num ambiente móvel. O cdma2000 atinge taxas de dados mais altas pelo uso de canais de dados de tamanho variável, a fim de agregar um variável número de canais fixos.

É importante ressaltar que a implementação do 1xRTT requer somente atualizações dos controladores da estação rádio-base BSC (*Base Station Controller*) e das estações transceptoras-base BTS (*Base Transmission Station*), não havendo a necessidade da substituição de equipamentos ou adequação da infraestrutura.

Além disso, a implantação do padrão cdma2000 não requer a aquisição de um novo espectro ou a utilização da parte livre do espectro existente. Sabendo que o espectro é um recurso escasso e que há operadoras que dispõem de altos investimentos pela concessão deste recurso, é de fundamental importância que o espectro utilizado no atual sistema seja eficientemente usado para disponibilizar de 5MHz ou menos, de modo a admitir o maior número de usuários e viabilizar a próxima geração de serviços cdma2000.

Quanto aos terminais móveis, já são realidade chips que suportam o padrão 1x e os aparelhos cdmaOne apresentarão compatibilidade retroativa e futura. Os aparelhos 2G devem funcionar nas redes CDMA 2,5G e os aparelhos 2,5G devem funcionar nas redes CDMA 2G. Essa transparência para os usuários e a capacidade de *roaming* contínua entre as plataformas 2G e 2,5G conferem às operadoras um alto grau de flexibilidade nos prazos de implementação e na efetiva utilização do recurso. Já para o caso das operadoras TDMA que optarem pela adoção do CDMA 1xRTT como próximo caminho evolutivo para o 3G, esta transparência não existe, visto que a comercialização de aparelhos dual-mode AMPS/TDMA/CDMA 1xRTT não é viável pela baixa escala de produção. Dessa forma, os usuários terão que escolher a cobertura TDMA e os respectivos serviços já implementados ou decidir pelos novos serviços disponibilizados pela nova rede CDMA 1xRTT, que certamente estarão disponíveis apenas nos grandes centros, e se contentar com a cobertura analógica nas áreas periféricas, ou quem sabe, fazer uso

de dois terminais com tecnologias distintas, conforme for sua locomoção nestas áreas.

### SISTEMAS 3G – IMT 2000

De acordo com o ITU, órgão máximo das telecomunicações, podemos definir os sistemas 3G (sistemas móveis de terceira geração), 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 PSTN/ ISDN, bem como a outros serviços específicos de redes móveis. Os sistemas 3G devem permitir taxas de transmissão mais altas (até 2Mbit/s), com uma particular ênfase ao tráfego multimídia e de dados. Uma comparação dos serviços disponibilizados pelas gerações de serviços móveis celulares é mostrada pela Figura 3. [6]

Tecnologia 2G	Tecnologia 2,5G	Tecnologia 3G
A tecnologia da maioria dos telefones móveis digitais	A melhor tecnologia disponibilizada atualmente	A melhor tecnologia disponibilizada atualmente
Facilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Chamadas telefônicas</li> <li>Caixa Postal</li> <li>SMS</li> </ul>	Facilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Chamadas telefônicas</li> <li>Fax</li> <li>Caixa Postal</li> <li>SMS/ E-mail</li> <li>Acesso a Internet</li> <li>Serviços de localização</li> </ul>	Facilidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>Chamadas telefônicas</li> <li>Fax</li> <li>Caixa Postal</li> <li>SMS/ E-mail</li> <li>Roaming Global</li> <li>Acesso a Internet em alta velocidade (Web)</li> <li>Serviços de localização</li> <li>Videokonferência</li> <li>TV por assinatura</li> </ul>
Velocidade de Transmissão: 10Kbps	Velocidade de Transmissão: 64-144Kbps	Velocidade de Transmissão: 144Kbps – 2Mbps
Tempo para download de uma música MP3 de 3 minutos: 31-41 min	Tempo para download de uma música MP3 de 3 minutos: 6-9 min	Tempo para download de uma música MP3 de 3 minutos: 11s - 1,5min

**Figura 3** - Comparação dos serviços disponíveis nas gerações de sistemas móveis.

Do ponto de vista técnico, o termo 3G representa, primeiramente, a interface aérea, isto é, o modo como a transmissão de rádio é modulada a fim de transmitir a informação até o destino. Para a maioria dos sistemas 3G, a interface aérea é uma variação do W-CDMA. O segundo aspecto técnico é a rede do sistema 3G. A rede inclui todas as estações-base, comutadores, portais (gateways), bancos de dados e os enlaces entre eles, assim como a definição das interfaces entre os vários componentes, ou seja, a sua arquitetura. Incluído aí, está a forma como a rede realiza funções como: segurança, qualidade de serviço e gerenciamento de mobilidade.

Do ponto de vista de mercado, o sistema 3G pode ser visto do ponto a partir dos serviços que são disponibilizados. Neste caso, estamos falando de serviços multimídia móveis, serviços pessoais, convergência da digitalização, mobilidade, Internet, novas tecnologias baseadas em padrões globais, constituindo uma grande oportunidade de negócios [7].

O sistema 3G foi concebido em 1986 pelo órgão ITU, sendo inicialmente concebido como sendo um único padrão global, conhecido como FLMTS. Quando de sua criação, o projeto como um todo foi chamado de família IMT-2000 de padrões.

Com o término desta fase do ITU, em 1998, dois órgãos – 3GPP e o 3GPP2, completaram a padronização dos dois tipos de 3G que atualmente são desenvolvidos, os sistemas UMTS (também conhecido como W-CDMA) e cdma2000, respectivamente. Enquanto isso, estes órgãos e a organização OHG estão buscando unificar estes padrões em um único padrão 3G, que permita que diferentes interfaces aéreas e de redes sejam combinadas. As atividades de normalização em todo o mundo estão girando em torno das idéias básicas:

§ O sistema global IMT-2000 ou FPMTS (*Future Public land Mobile Telecommunications Systems*);

§ Na Europa, o UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) e o MBS (*Mobile Broadband System*); e

§ Nos Estados Unidos, o PCS (*Personal Communications System*).

Em janeiro de 1998, o ITU escolheu duas variações do CDMA: o CDMA de faixa larga (W-CDMA) e o CDMA por divisão de tempo (TD-CDMA). Parte da razão por trás da escolha do W-CDMA para o UMTS foi permitir a compatibilidade com a padronização japonesa [22].

Na América do Norte, por outro lado, a situação era mais complicada. Inicialmente, partes do espectro 3G foram licenciadas para operadores 2G e outras partes usadas por satélite. Além disso, nos USA já era utilizado um sistema CDMA (cdmaOne), que é usado para voz. Na América do Norte começou a ser utilizada uma variante do cdmaOne sendo, portanto, reconhecido

pelo ITU com um terceiro sistema CDMA, chamado cdma2000. Em seguida, foi percebida a falta de um espectro 3G como rota de evolução para os sistemas TDMA 2G existentes, resultando na proposta de um novo padrão TDMA – chamado de UWC-136, que é idêntico à proposta de melhoria do GSM chamada de EDGE.

As tecnologias baseadas no acesso por divisão de código (CDMA), têm suas patentes pertencentes a *Qualcomm*. Assim, caso as operadoras utilizem sistemas 3G baseados nos padrões cdma2000 ou W-CDMA, de 8% a 10% de sua receita irá para o pagamento dos royalties à fabricante.

Finalmente, o padrão sem fio DECT – desenvolvido pelo ETSI para aplicações sem fio digitais e usado em telefones sem fio domésticos – ocupa o espectro 3G e foi incluído como o quinto membro da família IMT-2000 de padrões 3G. Existem cinco sistemas 3G e o padrão de arquitetura de referência nesta dissertação será o sistema UMTS, um sistema europeu/japonês. A Tabela 1 [8] mostra os padrões e os nomes comerciais dos sistemas 3G definidos.

Nome IMT-2000	Nome Comercial
IMT-DS Direct Sequence CDMA	CDMA - UMTS
IMT-MC Multi Carrier CDMA	cdma2000
IMT-TD Time Division CDMA	TD/CDMA
IMT-SC Single Carrier	UMC-136 (EDGE)
IMT-FT Frequency Time	DECT

**Tabela 1 - Padrões 3G.**

Após 1998, a tarefa de desenvolver e finalizar os padrões para o UMTS e o cdma2000 passou para dois novos órgãos padronizadores: 3GPP e o 3GPP2, respectivamente. Estes órgãos terminaram a primeira versão dos respectivos padrões.

A organização OHG (Operators Harmonization Group) e os órgãos 3GPP/3GPP2 (3rd Generation Partnership Project/ 3rd Generation Partnership Project 2), estão trabalhando para compatibilizar o UMTS, o cdma2000 e o EDGE. Assim, estas interfaces aéreas e suas respectivas redes de acesso, ou mesmo uma rede local sem fio, poderão ser conectadas a uma rede núcleo que seja evolução do GSM ou do padrão IS-41. O objetivo final é uma única especificação para um padrão global 3G.

## TECNOLOGIAS DE ACESSO DO UMTS

Apesar de várias tecnologias terem sido aprovadas pelo ITU e incluídas na família de tecnologias de acesso via rádio IMT-2000 3G, apenas as tecnologias abaixo relacionadas tiveram um suporte substancial de fornecedores e operadores:

§ EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Esta tecnologia provê uma interface aérea otimizada, a qual inclui a adoção da modulação 8-PSK (Octagonal Phase Shift Keying), o uso de modulação adaptativa e esquemas de codificação e redundância incremental. Esta tecnologia plenamente integrada com a rede de acesso GSM existente é uma parte integral da GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network), o qual, juntamente com o UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), constitui a rede multi-rádio UMTS 3G;

§ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Esta tecnologia tem dois modos de operação, o FDD (Frequency Division Duplex) e o TDD (Time Division Duplex). O WCDMA FDD é uma tecnologia baseada no acesso múltiplo por divisão de código, especificamente projetado para o suporte eficiente de serviços multimídia em banda larga e implementação de um grupo de vantagens de funcionalidades relacionadas ao CDMA. O WCDMA é a tecnologia de acesso via rádio da UTRAN;

§ cdma2000 (Code Division Multiple Access 2000). Esta tecnologia de rádio é a evolução natural do IS-95 (cdmaOne), a qual inclui funcionalidades adicionais que aumentam sua eficiência espectral e a capacidade de taxa de dados.

## CAMINHOS DE MIGRAÇÃO PARA A 3G

A passagem das redes móveis atuais de segunda geração para as redes de terceira geração não ocorre diretamente. Existem passos intermediários, que compreendem a introdução de tecnologias da chamada segunda geração e meia, ou seja, 2,5 G, com velocidades maiores até 384 kbps. Na terceira geração, as velocidades alcançam 2 Mbps em ambiente estacionário.

A Figura 4 [9] ilustra as vias de migração já concebidas para as principais tecnologias 2G, as quais serão descritas posteriormente. Não analisaremos a

migração do PDC, devido a esta ser uma tecnologia 2G exclusiva do Japão, a qual será substituída pelas tecnologias UMTS e cdma2000 1xRTT. Além do fato de que a implantação da 3G seja justificável tecnologicamente, comercialmente ela representa novas aplicações e serviços relevantes, ou seja, as operadoras não direcionarão o foco para taxas elevadas de dados, mas sim para a relação custo-benefício que certas taxas de dados poderão oferecer para o fornecimento de serviços e aplicações que os usuários utilizem, gerando assim, receita.

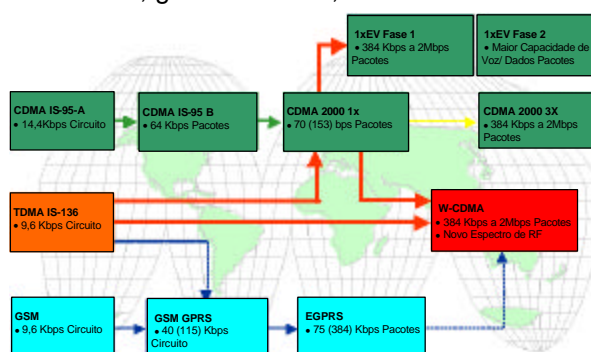


Figura 4 - Caminhos de migração para a 3G.

A Figura 5 [9] apresenta as taxas de dados disponíveis em cada tecnologia, além dos valores instantâneos em bits/s que uma transferência pode atingir e quais delas atendem a velocidade de transferência de dados mínima aceitável pelo 3G.

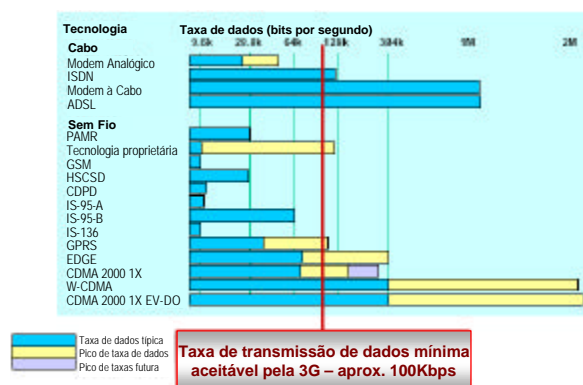


Figura 5 - Taxas de dados disponibilizadas em cada tecnologia.

## POSSÍVEIS VIAS DE MIGRAÇÃO A PARTIR DO TDMA/IS-136

Temos que o TDMA IS-136 é uma tecnologia órfã, e pode ser caracterizada pelas limitações:

1. Não oferece base para uma futura evolução; possui um ciclo de vida limitado; e a continuidade evolutiva só é possível com uma interrupção tecnológica; e
2. A necessidade do mercado é suprida apenas por um curto período de tempo.

Assim, as operadoras que possuem o TDMA/IS-136 devem se decidir por um caminho para evolução de sua rede para a 3G, o que implica que deverá ser implantada uma rede completamente independente sobreposta à rede atual, a qual irá prover os novos serviços e aplicações. Na Figura 6 [5], podemos ver as possíveis vias de migração de um sistema TDMA IS-136 para a 3G.

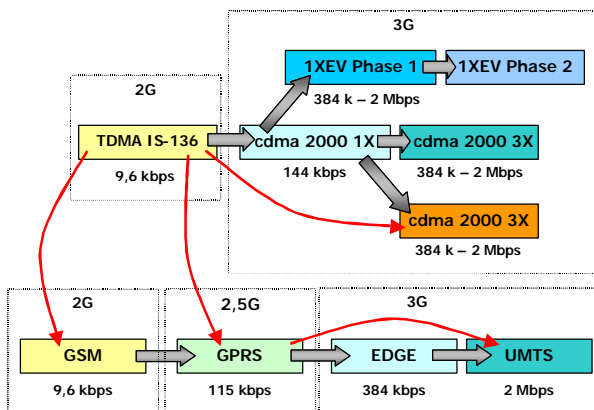


Figura 6 - Caminhos de migração para o 3G a partir do TDMA/ IS-136.

### POSSÍVEIS VIAS DE MIGRAÇÃO A PARTIR DO GSM

A via de migração para as atuais operadoras de GSM prevê as etapas de aperfeiçoamento GPRS e EDGE para a tecnologia GSM, seguidas pela transição para UMTS em um novo espectro, conforme ilustrado na Figura 7 [5]. A implementação de GPRS e EDGE poderá ocorrer nos espectros de 900, 1800 e/ou 1900 MHz, nos quais a tecnologia GSM está atualmente implementada. Essa migração assume a disponibilidade de aparelhos telefônicos multimodo/multibanda, que irão permitir uma operação perfeitamente consistente entre os sistemas GSM (incluindo GPRS-EDGE) e UMTS – que, em um futuro

previsível, será implementado nos espectros de 1900 e 2100 MHz.

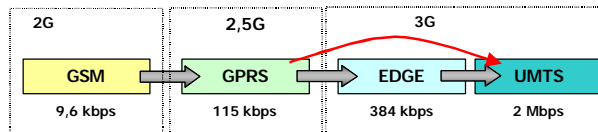


Figura 7 - Caminhos de migração para o 3G a partir do GSM.

### POSSÍVEIS VIAS DE MIGRAÇÃO A PARTIR DO cdmaOne

A via de migração inicial para as operadoras de cdmaOne começa pela atual tecnologia cdmaOne (CDMA/IS-95 ou CDMA/IS-95-A), passando opcionalmente pela CDMA/IS-95-B, implementada apenas no Japão, na Coreia e recentemente no Peru. E concluindo, com a CDMA/IS-95-C ou CDMA 1xRTT (*One Times Radio Transmission Technology*), conforme ilustrado na Figura 8 [5].

A tecnologia cdma2000 1x EV-DO oferece suporte, em canais de RF separados, a sinais de voz comutados por pacotes e dados de alta velocidade comutados por pacotes.

O canal de voz facilita a manutenção da baixa latência necessária para a transmissão de conversações bidirecionais. O canal de dados exibe o roteamento flexível e as vantagens de transmissão de baixo custo de uma rede em pacotes. A cdma2000 1x EV-DO oferece taxas de dados teóricas de até 2,4 Mbps. Em princípio, a utilização de canais separados para voz e dados requer mais largura de banda que um canal combinado. Na prática, porém, a desvantagem do espectro diminui à medida que aumenta o tráfego de dados. Isto é válido especialmente para as operadoras com maior número de faixas no espectro e elevados *throughputs*.

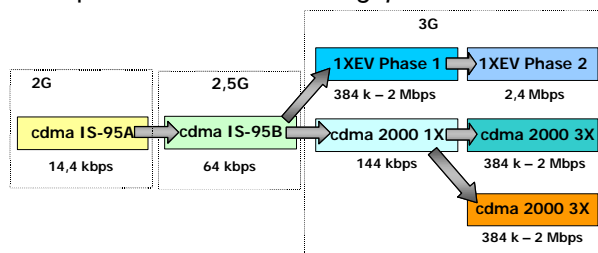


Figura 8 - Caminhos de migração para o 3G a partir do cdmaOne.



## UMA VISÃO DA MIGRAÇÃO DOS SISTEMAS MÓVEIS PARA A 3G DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS NO BRASIL

O desenvolvimento do setor de telecomunicações no Brasil pós-privatização vem se dando em ritmo acelerado, podendo-se verificar progressos expressivos, tanto com relação à expansão da planta como em ganho de qualidade nos serviços. Seguindo a tendência mundial de convergência de voz e dados, estão previstos altos investimentos na adequação de redes para comutação por pacotes, que transmitirão voz e dados.

Nenhum país do mundo experimentou um processo de reformulação do sistema de telecomunicações como o que o Brasil vem passando. Desde a formulação da LGT - Lei Geral de Telecomunicações, em Julho de 1997, na qual se estabelece a criação da ANATEL como órgão regulador, a organização dos serviços de telecomunicações para se garantir a universalização e a competição no setor. Além do processo de privatização das empresas federais, licitadas por um total de R\$ 22,06 bilhões - 63,76% de ágio sobre o preço mínimo - [10], o país enfrenta uma série de mudanças na regulamentação e na forma como os serviços são prestados. Os principais aspectos diferenciadores entre os dois modelos de prestação de serviços são:

§ Um cenário de competição entre empresas privadas substituiu o monopólio existente, antigamente formado pelas empresas do grupo Telebrás, as quais eram operadas pelo governo;

§ A regulamentação passa a ser necessária para regular o cenário de livre concorrência; antes, assumia apenas um papel legal, visto que inexistiam obrigações por parte das operadoras;

§ A vigência das concessões de serviços é estabelecida e as respectivas licenças são licitadas.

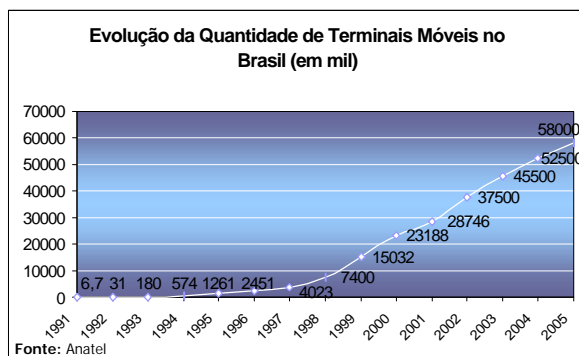
No antigo sistema de telecomunicações, onde a população era exclusivamente atendida pelas teles do Sistema Telebrás, em caráter de monopólio, o serviço móvel era disponibilizado apenas na banda A e provido conforme as áreas regionais. Em 1996, quando foi regulamentado o início da atuação das operadoras de banda B no

Brasil, as concessões foram distribuídas por áreas conforme ilustrado na Figura 9.



**Figura 9** - Áreas de atuação das operadoras de banda B em 1996 no Brasil.

É notório que a evolução do setor de telefonia móvel ocorreu de forma rápida, o que pode ser percebido pela curva de evolução da quantidade de terminais apresentada na Figura 10. Os serviços móveis no Brasil são utilizados atualmente por mais de 35 milhões de pessoas. A teledensidade é de mais de 20 linhas por 100 habitantes, um número até há pouco distante mesmo para os serviços fixos. São atendidos no Brasil cerca de 2,3 mil municípios (menos de 50% do total), mas que abrigam uma população de aproximadamente 14 milhões de pessoas, segundo os números de setembro de 2002, segundo ANATEL e operadoras. [11]



**Figura 10** - Evolução da Quantidade de Terminais Móveis no Brasil (em mil).

Com exceção da TCO, Telefônica/CRT, Telesp Celular (unidas agora no grupo Vivo) e da Telemig Celular, todas as demais operadoras têm sua cobertura prioritariamente voltada para as cidades

com mais de 25 mil habitantes. As exceções, no entanto, estão muito mais ligadas a características específicas (por exemplo, o grande número de municípios em São Paulo, Minas Gerais ou Rio Grande do Sul) do que em uma estratégia de dar prioridade a cobertura. Nesse aspecto a TCO (Vivo) é a única operadora que de fato tem cobertura ampla em uma região com grandes vazios demográficos, e mesmo assim no estado do Tocantins (que fica em sua área de atuação) é o que tem menos percentual da população atendida por operadoras de serviços móveis, menos de 55%, praticamente equiparado com o Maranhão.

Em 2002, as duas primeiras operadoras nas bandas D e E, entraram em operação. A Oi cobrindo a área da Telemar e a TIM com uma licença para todo o território nacional, tornando-se mais uma opção de telefonia móvel em praças onde, julgava-se, que o espaço já estava lotado. Os dados utilizados por este estudo, ficam restritos a setembro, quando as operadoras em banda D e E tinham cerca de 500 mil usuários. A TIM havia acabado de lançar seus serviços e, portanto, esses números correspondiam apenas à Oi. Já em novembro de 2002, segundo o levantamento da ANATEL, havia mais de um milhão de usuários nas bandas D e E. Em março de 2003, este número já tinha dobrado, ao alcançar um pouco mais de dois milhões de usuários. Pouco, se comparado com aos mais de 33 milhões das bandas A e B, mas muito para um mercado com poucos meses de vida.

Pelos dados levantados na Tabela 7.3, temos que do total da população brasileira, em torno de 22% é usuária da telefonia celular, o que nos mostra que este mercado ainda pode ser bastante explorado. Com relação à densidade de terminais móveis para cada 100 habitantes, temos que o Distrito Federal é a capital com maior penetração do serviço: 60% de sua população é usuária de telefonia móvel, seguida do Rio de Janeiro (40,4%), Rio Grande do Sul (34,37%), São Paulo (26,5%) e Mato Grosso do Sul (25,54%).

A competição para as novas entrantes no serviço móvel já era intensa, sobretudo por conta da estratégia da Nextel (principal e mais competitiva operadora de *trunking*), que totalizava em setembro pouco menos

de 500 mil usuários (todos corporativos) e da Vésper, que, por boa parte do ano, vendeu seu terminal "fixo" sem coibir a possibilidade de uso do aparelho como se fosse um celular. São aí, mais 200 mil usuários, segundo estimativas de mercado.

Mesmo assim a Oi e a TIM entraram na competição com as celulares estabelecidas, com a estratégia de buscar o assinante pré-pago (71% da base da Oi e da TIM são compostos de assinantes nessa modalidade) e apresentar as inovações da tecnologia GSM. A chegada das duas novas operadoras, sobretudo da TIM, com forte presença nacional, impulsionou as vendas das sobras das bandas D e E, que restaram depois que a TIM devolveu as áreas em que já operava nas bandas A e B. O quadro da telefonia móvel no Brasil agora está praticamente completo. Ainda resta saber se as empresas que ganharam mais outorgas para operar nas bandas D e E, no final de 2002, de fato o farão em 2003.

### **Reestruturação das Operadoras Prestadoras de Serviços**

Seguindo a tendência do mercado mundial e considerando-se as limitações impostas pela regulamentação, o setor de telecomunicações no Brasil tende a se consolidar. Uma motivação a mais para o processo de consolidação é o grande número de empresas que hoje atuam no país e a atratividade de empresas que dispõem de cobertura nacional.

Dessa forma, a partir de 2002, houve a liberação para alteração societária, sendo que a efetivação poderá acontecer, a partir de jul/2003, para as empresas privatizadas (telefonia fixa e celular – Banda A) e, gradativamente, a partir de 2002, para as operadoras de Banda B, dependendo da data de início de operação de cada empresa. Assim, o mercado está presenciando a reorganização operacional e societária de diversas operadoras de mesmos sócios na telefonia celular.

No final de 2002, a Portugal Telecom e a Telefónica Móviles criaram uma nova empresa, que já nasceu como a maior operadora de telefonia celular do País e da América do Sul. Sua clientela ultrapassa hoje 17 milhões de assinantes, três vezes mais do que o segundo colocado ou cerca de 52% da base nacional. Com a compra da Tele Centro Oeste Celular (TCO), em

janeiro de 2003, a empresa passou a cobrir 19 Estados e o Distrito Federal, o que representa 86% do território brasileiro. A joint venture Vivo controlará os ativos das companhias formadoras no Brasil, o que foi possível devido a conversão de suas concessões de Serviço Móvel Celular (SMC) para autorizações de Serviço Móvel Pessoal (SMP).

Falta a Vivo, presença em Minas Gerais e em seis estados do Nordeste, o que deve ser solucionado com acordos de roaming com outras empresas, que permitiriam aos seus clientes falar com tecnologia digital na rede de outras operadoras. Hoje, a tecnologia digital CDMA está restrita aos principais mercados da Vivo, sendo previsto um overlay das redes existente nas áreas 7 e 8, que utilizam tecnologia TDMA, com a instalação sobreposta da tecnologia CDMA nas principais cidades desta região, principalmente Brasília.

Por sua vez, o Telecom Américas, depois de adquirir as licenças do SMP para os Estados do Paraná, Santa Catarina, Bahia e Sergipe, além da região da grande São Paulo, vai cobrir, com operações nas bandas B, D e E, exatamente a mesma área onde atua a joint-venture ibérica. Sua rede que atua na banda B migrará para o GSM, o mesmo padrão a ser empregado nas operações das bandas D e E. [12]

O movimento de consolidação do setor deve continuar. Algumas importantes definições que ainda estão por vir devem terminar de alinhar esse quadro. A primeira delas é a possível compra das operações da BCP. A empresa, controlada pelo Banco Safra e BellSouth, já admitiu publicamente que negocia a venda da BSE, que atinge os Estados nordestinos de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí.

O mais forte candidato à compra da operadora seria o grupo Telecom Américas que, segundo informações, estaria interessado em adquirir também a operação de São Paulo. Neste caso, abriria mão de sua licença de SMP para a região paulista e partiria de uma rede já construída, com 2,6 milhões de assinantes na Grande São Paulo, apenas migrando-a para o GSM.

O banco Opportunity também está interessado em adquirir a BSE. O banco

gestor, tem a intenção de garantir o fortalecimento da futura rede de SMP da BrT, em consórcio de suas operações Telemig Celular e Amazônia Celular, com as operações do Nordeste e de São Paulo, para concorrer em pé de igualdade com os demais grupos dominantes na telefonia móvel. O interesse por uma área coberta também pela Oi indicaria, neste caso, o desinteresse por uma composição com a empresa Oi, que também está em Minas Gerais e Amazônia e, pelas regras da ANATEL, não haveria como a operadora e a BrT, em uma eventual parceria controlar duas licenças simultaneamente nestas áreas.

No momento, o Opportunity e os fundos de pensão estão na Telemar, mas não podem fazer parte do controle da holding também por limitações regulatórias, que proíbem que uma mesma empresa comande duas concessionárias, pelo menos até 2005. A expectativa, mesmo com o esgotamento do prazo, é de que esta hipótese seja cada vez mais distante, uma vez que os sócios majoritários da Telemar (BNDES, Andrade Gutierrez, Grupo Garantia e La Fonte) fiquem mais fortalecidos com o desempenho da Oi e, numa eventual fusão com uma outra operação móvel com a BrT, possam impor seus interesses.

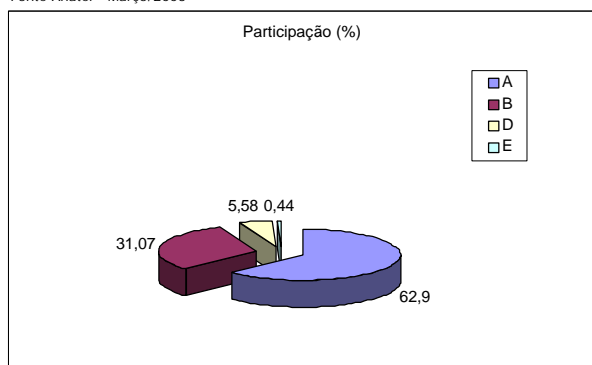
Dessa forma, os quatro grandes grupos de telefonia celular que se formaram no país são: a Vivo, sob o controle da Portugal/Telefónica, a Telecom Américas; controlada pela mexicana América Móvil; a italiana TIM, com licença para operar nacionalmente; e a Oi, controlada pela Telemar.

Temos ainda, a nacional Brasil Telecom (BrT), que surge com a promessa de se tornar a quinta grande concorrente, ao arrematar as licenças dos nove Estados de sua área de concessão de Serviço de Telefonia Fixa Comutada (STFC) e anunciar a formação de um consórcio com a Telemig Celular e Amazônia Celular. Especula-se ainda a possibilidade de compor-se com a Oi. A Vésper também pretende fazer uso de sua rede originalmente fixa WLL para utilizar as licenças que adquiriu e operar no SMP, no interior de São Paulo, Minas Gerais e nos seis estados do Nordeste.

### Participação do mercado por bandas, modalidades pré e pós-pago e tecnologia

De qualquer forma, um dos desafios a ser vencido pela telefonia móvel, é o da cobertura, sobretudo para as cidades pequenas. Das mais de 1,9 mil cidades com mais de 25 mil habitantes, apenas um pouco mais de cem ainda não são cobertas por nenhuma operação de serviço móvel. De fato, o que se vê é a ampliação da competição nas praças mais populosas, mas a expansão para áreas com menor potencial de mercado ainda é rara. É difícil encontrar, por exemplo, operações com banda B onde não haja banda A, conforme podemos analisar no Anexo I, que mostra a presença das bandas A, B, D e E por município. Mais raro ainda é a presença das novas operadoras das bandas D e E em áreas que ainda não foram exploradas pelas bandas A e B. A forma como as bandas de operação estão distribuídas entre os mais de 35 milhões de usuários de telefonia celular se encontra na Figura 11, onde podemos ver que do total, 62,9% utiliza aparelhos que operam na banda A, seguidos de 31% que operam na banda B. A bandas D e E, somam juntas cerca de 6% do mercado nacional de telefonia móvel.

Fonte Anatel - Março/2003



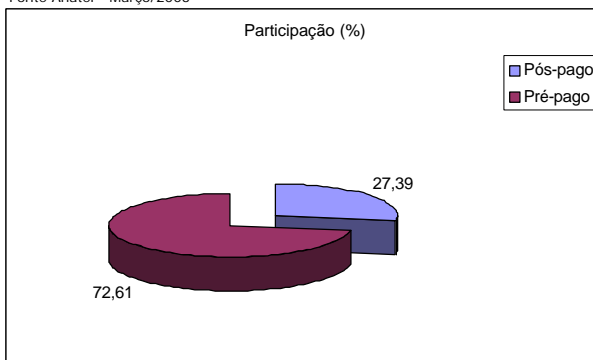
**Figura 11** - Participação dos Acessos Móveis por Banda no Brasil.

A introdução da modalidade pré-pago no Brasil foi realizada de acordo com diferentes estratégias empresariais, as quais se tornaram essenciais para operadoras entrantes no mercado. Considerando-se que as empresas da banda A, eram possuidoras de uma forte base de assinantes - caracterizada por um alto ARPU -, as novas operadoras, ao buscarem uma base de assinante pré-pago, estavam, na verdade, garantindo

parte de sua receita pela movimentação de ativos, por pagamento de interconexões entre as empresas.

Com relação ao perfil do usuário, temos que a participação dos celulares pré-pagos e pós-pagos na planta se estabiliza na margem de 72,6% para 27,4%, conforme apresentado na Figura 12.

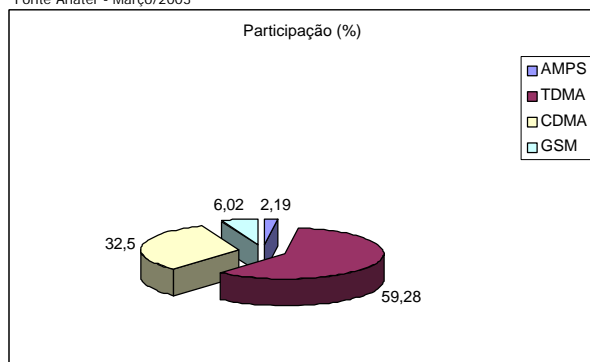
Fonte Anatel - Março/2003



**Figura 12** - Participação dos planos Pós-pago e Pré-pago no Serviço Móvel Brasileiro.

Em julho de 2001, o pré-pago representava apenas 35% da planta brasileira de celulares, o que demonstra claramente a sua popularização, sobretudo entre os assinantes de classes mais baixas, os quais se incorporaram ao sistema nos últimos anos. A participação do serviço pré-pago é maior na banda B, com 75%, enquanto na banda A é de somente 67%, que analisarmos apenas as duas bandas de atuação.

Os padrões tecnológicos também estão sendo revistos com a chegada das bandas D e E, e a substituição do SCM para o SMP, além de interessar aos grandes grupos uma migração sem traumas, para as futuras gerações de celulares. Atualmente, no cenário brasileiro de telefonia móvel, a tecnologia mais usada é o TDMA com 59,3%, seguido do CDMA, com os atuais 32,5%, de participação no mercado. A participação de cada tecnologia no cenário nacional pode ser vista na Figura 13, na qual verifica-se que o GSM possui até o agora, cerca de 6% da planta e o analógico representa apenas 2,2% do total, o que demonstra os altos níveis de digitalização da rede.



**Figura 13** - Participação dos Acessos Móveis por Tecnologia no Brasil.

### Situação Atual da Migração para a 3G

Na medida em que o cenário brasileiro de telefonia móvel se define, uma coisa fica clara: o CDMA afasta de vez a ameaça de ser superado pelo GSM e já aponta com a promessa de aumentar sua participação dos atuais 33% para mais da metade da base de assinantes nos próximos anos.

O padrão norte-americano ganhou novo fôlego com a aquisição da TCO pela *joint-venture* Telefônica/PT e o subsequente anúncio de que o grupo manteria a opção pelo CDMA na evolução de sua rede rumo à terceira geração. E, para não deixar qualquer sombra de dúvida, o grupo renunciou às faixas de 1,8GHz (adequadas ao overlay em GSM), que chegou a solicitar à ANATEL em 2002.

O CDMA contará ainda com a entrada em operação das novas licenças em SMP da Vésper e possivelmente da BrT, que está para escolher entre este padrão e o GSM. Se a Vésper vier a operar na faixa de 1,9GHz, como deseja, e viabilizar seu serviço móvel, terá como ocupar todo o território nacional, abrindo a possibilidade de *roaming* de voz digital e de serviço de dados em 1xRTT e 1xEV-DO em todos os grandes centros do país. Mesmo que o grupo ibérico e a Vésper operem em faixas diferentes, terminais *dual-band*, para as faixas de 1,9MHz e 850MHz, eles garantirão a continuidade do serviço em todas as localidades. Estes aparelhos custam apenas 10% a mais do que os convencionais para a operadora.

O país polarizará uma briga equilibrada entre as duas tecnologias. De um lado, a *joint-venture* luso-espanhola com uma base de 16,5 milhões de assinantes e força

comparável às suas congêneres mundiais para negociar com os fornecedores, em que pese a supremacia mundial de escala do GSM. Por outro lado, o padrão europeu ganha peso com a Oi, a TIM Brasil, o consórcio Telecom Américas, além do *overlay* sobre a base TDMA destas últimas empresas. Falta ainda a definição tecnológica das empresas BCP, BrT, Telemig Celular e Amazônia Celular. Com a divisão quase equânime, a briga deve se dar em duas bases: *handsets* e serviços. Na expectativa de fornecedores e consultores, as operadoras GSM vão expandir principalmente com produtos de massa, como celular pré-pago ou aparelhos personalizados. As empresas CDMA, por sua vez, sem perder de vista este público, devem sair-se melhor junto ao usuário de alto poder aquisitivo e corporativo, oferecendo aplicações de banda larga.

Essa divisão ocorrerá tanto pelas características dos aparelhos quanto das operadoras. De partida, os *handsets* GSM levam vantagem de preço, devido à escala de fabricação. Afinal, no mundo existem 779 milhões de usuários GSM em contraposição aos 142 milhões de assinantes CDMA. Os terminais GSM mais baratos são oferecidos normalmente às operadoras ao custo médio de US\$ 50, enquanto que os CDMA ficam em torno de US\$ 80. Desta forma, são ideais para aquelas empresas que adotam por estratégia a ampliação maciça de sua base, mesmo em detrimento da receita média por usuário. [12]

Em termos de velocidade neste serviço, a distância entre o GSM e o CDMA é considerável, uma vez que o CDMA na versão 1xRTT, em operação em várias localidades da área da *joint-venture* ibérica, atinge cerca de 120kbps, enquanto que o GPRS, alcança na prática, cerca de 30Kbps. Outro fator, independente da tecnologia, favorecerá o CDMA: todas as operadoras da *joint venture*, com exceção da Global Telecom e NBT, são *incumbents*, líderes de mercado e com uma base de clientes de qualidade superior a de seus concorrentes. Isto significa maior facilidade de ganhar espaço no sofisticado mercado de transmissão de dados. E, não por acaso, a empresa tem enfatizado sua atuação nesta área. A *joint venture* anunciou, para o segundo semestre deste ano, a disponibilidade da tecnologia CDMA

1xEV-DO, que permite a comunicação a uma taxa teórica de 2Mbps. Com isto, as operadoras do grupo poderão oferecer uma série de novos serviços de dados, voltados especialmente para o mercado corporativo.

### **Regulamentação**

A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) aprovou, em março de 2003, o remanejamento de freqüências anteriormente destinadas ao Serviço Telefônico Fixo Comutado utilizando WLL (Wireless Local Loop), pelas concessionárias e empresas espelho da telefonia fixa, com o objetivo de viabilizar a Terceira Geração dos Serviços Móveis, denominados IMT-2000.

A nova configuração do espectro radioelétrico brasileiro, proposto pela Consulta Pública e que acomoda os atuais serviços às novas faixas do IMT-2000, baseou-se principalmente: 1) na eliminação, das faixas de extensão que seriam destinadas ao Serviço Móvel Celular (SMC), em 1,9 Gigahertz; 2) na redução de 20 Megahertz para 10 Megahertz das freqüências destinadas ao WLL das concessionárias (Telemar, Telefônica e Brasil Telecom), devido ao desinteresse dessas prestadoras, e 3) no deslocamento das faixas de WLL.

Quando a Agência estabeleceu a faixa de 1,8 Gigahertz para as bandas "C", "D" e "E" do Serviço Móvel Pessoal (SMP), há quase dois anos, o Brasil ficou com apenas 30 Megahertz destinados ao IMT-2000 - suficientes para abrigar apenas duas prestadoras de serviço móvel de terceira geração -, o que seria muito distante dos 60 Megahertz sugeridos pela União Internacional de Telecomunicações (UIT). Porém com o remanejamento da rádio freqüência, serão destinados 55 Megahertz de espectro (freqüência) para a terceira geração, suficientes para abrigar até quatro prestadoras de serviço celular, sem prejuízos para as empresas-espelho e concessionárias que utilizam-se do WLL. Dessa forma, as empresas que usam WLL só terão de fazer a re-sintonia das faixas em que prestam o serviço. [14]

### **Disponibilidade de Terminais**

Considerando o enorme volume de informação existente na Internet e as limitações inerentes aos terminais móveis,

tais como capacidade da bateria e as reduzidas dimensões do visor, a filtragem e a focalização da informação, que será disponibilizada a cada usuário, é crucial para o sucesso dos serviços relacionados à Internet e transmissão de dados multimídia à taxas mais altas.

A convergência de tecnologias fará com que, no futuro, o usuário tenha todos os seus serviços de comunicação, de voz ou dados, em um mesmo terminal, pagando tarifas diferenciadas conforme a utilização. Além disso, a 2,5 e 3G com as tecnologias GPRS e CDMA 1X, são alvo de investimentos de algumas operadoras brasileiras, que estão introduzindo aplicações multimídia como voz, dados e imagens, acesso ultra-rápido à Internet, aos e-mails, às redes corporativas, videoconferência, entre outras. Já estão disponíveis no mercado, diferenciados modelos de aparelhos de tecnologia 2,5 e 3G, por diversos fabricantes, assim a disponibilidade de aparelhos não será um fator limitante no processo de evolução das tecnologias celulares.

### **Estudo do Mercado Consumidor frente a Inovações Tecnológicas**

A atitude do consumidor perante as novidades das novas gerações de celulares é, sem dúvida, importante para entender o potencial e as limitações existentes. Os estudos das atitudes que condicionam a compra de novos modelos, bem como a substituição do terminal por pessoas que já possuem acesso ao serviço celular, revelam um grau não desprezível de gradualismo, produto tanto de limitações financeiras como de uma empolgação tênue com as novas tecnologias.

Conforme mostrado na Figura 14 [15], temos quatro grupos de usuários-consumidores perante as novidades tecnológicas:

§ Os conservadores sem recursos, que por atitude e renda insuficiente se auto-marginalizam do mercado e como tal constituem a periferia do setor, irrelevante financeiramente e hostil aos novos produtos como consumidores. Esta parte da população representa 17%;

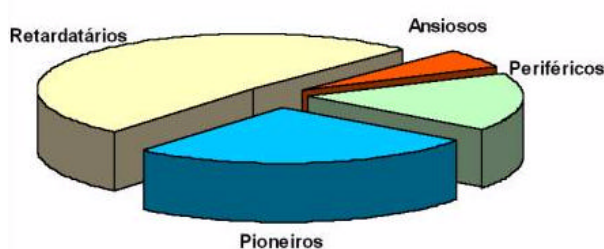
§ Os retardatários são aqueles que dispõem de recursos para adquirir novos aparelhos, porém não tem interesse por

novidades tecnológicas. Eles são a maioria dos usuários, representando 51%. Conquistar este perfil de consumidor constitui o grande desafio para a modernização do sistema telefônico móvel;

§ Os ansiosos são aqueles que abraçam as novidades tecnológicas, mas carecem de recursos financeiros para adquiri-la. Eles somam apenas 6% do mercado;

§ Os pioneiros são aqueles favoráveis a novas tecnologias e com poder aquisitivo para adquirir novos aparelhos e serviços. Representam o grupo mais receptivo à modernização celular, sendo pouco mais de 1 em cada 4 consumidores, ou cerca de 26% do total.

#### GRUPOS DE USUÁRIOS FRENTE ÀS INOVAÇÕES DA TELEFONIA MÓVEL



**Figura 14** - Perfil dos consumidores frente a inovações tecnológicas.

Assim, a nova geração de telefonia celular tem um mercado certo pela frente ante aos atuais usuários de serviços móveis, apesar destes representarem apenas um terço do total. No entanto verdadeira expansão deverá vir mesmo através da persuasão acerca da percepção de inovações tecnológicas entre os atuais consumidores de telefonia móvel.

#### ASPECTOS DECISÓRIOS DA MIGRAÇÃO TECNOLÓGICA MÓVEL

Tendo em vista os temas abordados com relação à migração dos serviços móveis celulares para a 3G, temos que, seguindo uma tendência mundial de consolidação de empresas prestadoras de serviços por fusões, aquisições e parcerias, o Brasil vem sendo alvo de investimentos de grandes grupos internacionais.

O mercado de telefonia móvel aguarda os últimos lances para a total definição do mapa das comunicações sem fio no Brasil.

Como vimos o processo de privatização do setor está resultando na consolidação de quatro grandes *players*, num cenário onde devem se estabelecer no máximo cinco grupos.

Fica evidente que as definições sobre os caminhos para a migração da atual rede para a terceira geração de comunicação móvel, a serem seguidos por cada empresa, não esbarra em limitações tecnológicas ou disponibilidade de terminais, mas sim, nos interesses dos grupos controladores destas empresas.

O grupo Vivo, com uma base de 17,5 milhões de clientes, controlado pela Telefônica e pela Portugal Telecom, apesar de possuir uma rede GSM em suas empresas controladas na Europa, não poderia abrir mão de toda a rede CDMA existente em sua área de atuação no Brasil. Devido à rápida expansão que esta tecnologia vem experimentando no mundo e à facilidade do *upgrade* para serviços de altas taxas de transmissão, a escolha do grupo ibérico foi a expansão da atual rede CDMA para o 1XRTT, já em funcionamento em São Paulo e Rio de Janeiro, além planejar um *overlay* desta tecnologia para as suas atuais redes TDMA existentes, começando pelas grandes capitais, e posteriormente as outras áreas.

A América Móvil, por sua vez, principal controladora das empresas do grupo Telecom Américas - BSE, Telet, Americel, ATL e Tess -, que tem uma base de 6,3 milhões de assinantes, já sinalizou que o próximo passo rumo a evolução de sua rede móvel, se dará a partir do GSM/GPRS.

No caso do grupo TIM, que tem hoje uma base de 5,7 milhões de assinantes, controlado pela terceira maior empresa do mundo, a italiana TIM Internacional, optou pelo GSM/GPRS, em operação pelas suas empresas, na Europa. Assim, suas novas redes estão sendo implantadas com esta tecnologia e sendo planejado um *overlay* para as suas redes TDMA existentes.

O Opportunity, controlador das empresas Telemig, Amazônia Celular e Brasil Telecom, tem uma base de 2,9 milhões de usuário do sistema celular, visto que esta última, ainda não começou a comercializar o SMP. Por ser um investidor, e não ter interesses na operação de serviços,

espera-se que antes da definição de tecnologia, sejam realizados acordos e junções destas empresas com outros grupos. Apesar disso, vem sendo realizada pela Brasil Telecom cotação de equipamentos GSM/GPRS junto a fornecedores.

A Qualcomm, detentora da tecnologia CDMA é a única controladora da empresa Vésper, que também não iniciou sua operação no SMP, devido a não aprovação de faixa de frequência de seu interesse pela Anatel. Com isso, a promessa de operação imediata em cdma2000, pode não se efetivar, em decorrência dos novos investimentos que se farão necessários. A venda da empresa a outros grupos também é cogitada.

Aplicações de transmissão de dados estão sendo solicitadas pelo mercado corporativo e as empresas que não as detém, começam a perder seus *heavy-users* para os concorrentes. É claro que a penetração da internet móvel no Brasil, não se dará com a mesma velocidade que em outros países, tais como o Japão e a Singapura, pois o poder aquisitivo da população e o fator cultural são determinantes neste processo. Como vimos, mesmo com o rápido crescimento de terminais, a densidade atual de usuários móveis não passa de 22%, após pouco mais de 10 anos de operação. Um exemplo de como esta penetração está acontecendo é o caso da Vivo, que começou a oferecer serviços 1xRTT há quase um ano em São Paulo e Rio de Janeiro, e do total de cerca de 9,5 milhões de assinantes, aproximadamente 600 mil - 6% -, aderiram novas aplicações.

Os terminais *dual-mode* para a realização de *roaming* entre as áreas com tecnologias TDMA, GSM/GPRS e CDMA/ 1XRTT foram prometidos pelos fornecedores, a fim de tornar menos traumática, a convivência do usuário frente à diversidade tecnológica que se apresenta no cenário nacional, porém, a produção destes terminais esbarra na escalabilidade com que os mesmos estão sendo requisitados, visto que mercado brasileiro, subdividido em regiões, é o único interessado.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, foram apresentadas as tecnologias que compõem a primeira, segunda e terceira geração de

comunicações móveis, passando pela geração intermediária 2,5G, além das possíveis vias de migração para a terceira geração de sistemas móveis celulares, a partir das tecnologias de segunda geração existentes no Brasil: TDMA, GSM e CDMA, sendo analisados os aspectos técnicos e comerciais envolvidos.

Foram tratadas as vertentes mercadológicas envolvidas neste processo, para que fossem delineados quais os aspectos relevantes que decidirão os caminhos que as operadoras irão seguir para prover novos serviços a seus usuários.

Tendo em vista os temas abordados, vimos que, seguindo uma tendência mundial de consolidação de empresas prestadoras de serviços por fusões, aquisições e parcerias, o Brasil vem sendo alvo de investimentos de grandes grupos internacionais. O processo de privatização do setor está resultando na consolidação de quatro grandes *players*, num cenário no qual devem se estabelecer no máximo cinco grupos.

A implementação da 2,5G já é uma realidade no Brasil, seja ela pela instalação de novas redes ou pelo *overlay* das redes existentes. Porém a migração para novas tecnologias deverá ser fonte de estudos, sobretudo para o caso de operadoras TDMA que terão que operar duas redes sobrepostas. Para o usuário, o mesmo terá que optar entre a ampla cobertura dos serviços existentes e a cobertura inicialmente deficitária das novas aplicações, as quais, para ter acesso, terá que fazer um alto investimento em terminais.

A disponibilidade de aparelhos para a 3G não é um fator limitante, visto que os mesmos serão fabricados para atender usuários de várias regiões do mundo. E, como questões de regulamentação também já foram definidas, temos que a escolha tecnológica para a 3G no Brasil, será resultado dos interesses comerciais dos grupos que controlam as operadoras prestadoras de serviços.

Este assunto vem sendo exaustivamente discutido nos últimos três anos, porém não se encontra uma bibliografia que trate o mesmo de forma sistematizada para o entendimento do processo como um todo.



## Referências

- [1] Apostila de Treinamento, Planejamento e Projeto de Sistemas Celulares, CelTec Tecnologia de Telecomunicações, Versão 2.1, Campinas, 2000.
- [2] Apostila de Treinamento, Introduction to GSM and GPRS System Course, Nokia Networks, [S.l.:s.n], 2002.
- [3] HALONEN, T.; ROMERO, J.; MELERO, J. GSM, GPRS and EDGE performance: evolution towards 3G/UMTS – John Wiley & Sons, Inc., England, 2002.
- [4] TAURION, CESAR, Internet Móvel: Tecnologias, Aplicações e Modelos. Editores Campus, Rio de Janeiro, 2002.
- [5] MEZZASALMA, C. R. A. A. Estudos evolutivos de sistemas celulares do 2G ao 3G. 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2002.
- [6] Artigo em Internet, A Terceira Geração da Telefonia Celular. Disponível em: <[http://www.3gnewsroom.com/html/what\\_is\\_3g/index.shtml](http://www.3gnewsroom.com/html/what_is_3g/index.shtml) > Acesso em: 09 jun. 2003.
- [7] Dixit,S., Guo,Y., Antoniou,Z., Resource Management and Quality of Service in Third-Generation Wireless Networks, IEEE Communications Magazine, vol 39, nº . 2, Feb. 2002, pp. 125-33.
- [8] SAUD, L.C.; Qualidade de Serviço em Redes Móveis Celulares de Terceira Geração, com Estudo de Caso em redes 2,5G Utilizando Serviços Diferenciados; 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) – Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, UFG, Goiânia, 2003.
- [9] Material de divulgação de tecnologia, TDMA Network Migration to CDMA 2000 and W- CDMA, Lucent Technologies [S.l.:s.n], [2002?].
- [10] Privatização Telebrás, Agência Estado, 1998, Disponível em: <<http://www11.agedado.com.Br/especial/telebrás/seções/preços.htm>> Acessado em 07 fev.2003.
- [11] POSSEBON, S., Atlas Brasileiro de Telecomunicações 2003, Editora Glasberg, São Paulo, 2002. p.24-25.
- [12] MOURA, L.; DAMASCENO, S., A batalha decisiva, TELETIME, Editora Glasberg, São Paulo, Ano 6, nº52, p.18-24 jan/fev.2003.
- [13] Operadoras Brasileiras de Telecomunicações 2003, Parte integrante da revista TELETIME jul.2003, Editora Glasberg, São Paulo, jul.2003.
- [14] Artigo em Internet, Anatel remaneja faixas e soluciona frequências para 3G dos serviços móveis, Assessoria de Imprensa ANATEL, Brasília, 8 de março de 2003. Disponível em <[http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/releases/2003/release\\_11\\_07\\_2003\(2\).pdf](http://www.anatel.gov.br/Tools/frame.asp?link=/biblioteca/releases/2003/release_11_07_2003(2).pdf)>. Acesso em 23 mai. 2003.
- [15] Novo Milênio, Celulares do futuro: onde está o mercado?, 03 abr.2003. Disponível em: <<http://www.novomilenio.inf.br/ano02/0203a007.htm>> Acesso em 12.abr. 2003.

## Autores:

Mirella Magalhães Pereira é Engenheira Eletricista formada pela Universidade Federal de Goiás e recebeu o título de Mestre em engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília conduzindo estudos sobre o mercado e pesquisas sobre os sistemas de comunicações móveis. Atualmente é exerce a função de engenheira e suas respectivas atribuições profissionais em empresas de operação em telecomunicações pelo Brasil.

Leonardo Guerra de Rezende Guedes é Engenheiro Eletricista, tendo recebido os títulos acadêmicos de Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica pela UNICAMP. Atua como pesquisador nas Universidades de Brasília, Universidade Católica de Goiás, Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal de Uberlândia e como pesquisador associado na Universidad de Salamanca na Espanha. Atualmente é Diretor Técnico-Científico da Fundação Aroeira de apoio à pesquisa e Diretor-Presidente do Instituto de Ciências e Tecnologia da Informação (ICTI).