

BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES
BNDES

Ens

F-5982

DES

5

SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES: ASPECTOS TECNOLÓGICOS

José Cláudio Linhares Pires
Maurício Serrão Piccinini

BNDES
AP / COPED
Centro de Pesquisas
e Dados

Dezembro - 1997
Área de Planejamento
Departamento Econômico - DEPEC



NAÇÕES UNIDAS

pnud



Área de Planejamento

Diretor

Sérgio Besserman Vianna

Superintendente

Paulo Sérgio Moreira da Fonseca

Chefe do Departamento Econômico (DEPEC)

Armando Castelar Pinheiro

Este trabalho é de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto
de vista do BNDES.

Distribuição: **BNDES**

Av. República do Chile, 100 - 14º andar - Rio de Janeiro

Fax: (021) 220-1397

Ensaio BNDES
5

**SERVIÇOS DE
TELECOMUNICAÇÕES:
ASPECTOS
TECNOLÓGICOS**

José Cláudio Linhares Pires
Maurício Serrão Piccinini*

*Respectivamente, economista do Convênio BNDES/
PNUD e gerente do Departamento Econômico da
Área de Planejamento do BNDES.

Os autores agradecem os comentários de Armando
Castelar Pinheiro, Sheila Najberg e Israel Blajberg a uma
versão preliminar e a Amarilis Luzia de Sousa pela
elaboração das figuras deste artigo. Os eventuais erros
remanescentes são de responsabilidade dos autores.

Sumário

Resumo.	5
1. Introdução	7
2. Serviços de Telecomunicações.	7
3. Equipamentos de Telecomunicações	10
3.1. Equipamentos do Usuário.	10
3.2. Equipamentos de Comutação e de Transmissão	11
4. Redes e Meios de Transmissão	14
4.1. Redes Corporativas	14
4.2. Redes Públicas	15
4.3. Meios de Transmissão de Longa Distância: Redes Interurbanas e Internacionais	17
4.4. Redes Móveis	20
4.4.1. Telefonia Móvel Celular	20
4.4.2. Telefonia Celular Fixa	22
4.4.3. Sistemas Pessoais de Comunicação – <i>Personal Communications System</i> (PCS)	23
4.4.4. Sistemas Pessoais de Comunicação Móvel Global – <i>Global Mobile Personal Communications System</i> (GMPCS)	23
4.5. Perspectivas: As Redes Digitais de Serviços Integrados	24
5. O Novo Quadro Regulatório Brasileiro e as Inovações nos Serviços de Telecomunicações	26
6. Considerações Finais	29
Referências Bibliográficas	31

Resumo

Este trabalho apresenta uma visão geral dos serviços, dos equipamentos e das redes de telecomunicações, levando em conta as suas principais tendências tecnológicas. Abordam-se, ainda, o intenso ritmo do progresso técnico do setor de telecomunicações e a sua convergência tecnológica com a informática, o que tem proporcionado a introdução de inovações na oferta dos serviços, contribuindo para a redução de custos e o aumento da capacidade e da velocidade de transmissão e processamento da informação – voz, vídeo e dados. Finalmente, são discutidas as perspectivas dos impactos das recentes modificações regulatórias e institucionais na oferta de inovações nos serviços de telecomunicações no Brasil.

1. Introdução

O setor de telecomunicações vem apresentando um acentuado avanço tecnológico no segmento produtor de equipamentos, o que tem ampliado os tipos e melhorado a qualidade dos serviços ofertados pelas operadoras. A adequada disponibilidade destes serviços passou a ser um condicionante para a inserção competitiva dos países no cenário econômico internacional, com reflexos positivos no bem-estar social.

A convergência tecnológica dos setores de telecomunicações e de informática tem proporcionado esta crescente oferta de serviços sofisticados de telecomunicações, oferecidos pela rede pública e redes corporativas, tais como fax, telefonia móvel, serviços multimídia, videoconferência, *paging* etc.

Do ponto de vista da oferta do setor de informática, particularmente a evolução tecnológica dos semicondutores – miniaturização dos componentes eletrônicos e aumento da capacidade de memória e de processamento dos microcomputadores –, tem proporcionado, nas telecomunicações, a redução do porte dos equipamentos, o aumento da capacidade de transmissão dos equipamentos e a digitalização dos sinais [Antonelli (1991)]. Do ponto de vista da demanda, estas inovações têm impulsionado a difusão de novos serviços de telecomunicações com interface multimídia (som, voz, dados e imagem) [Fagundes (1995)].

O objetivo deste trabalho é apresentar uma visão geral sobre a infra-estrutura física das telecomunicações – serviços, equipamentos e redes de telecomunicações –, destacando-se as suas principais tendências tecnológicas.

O trabalho está organizado em seis seções, incluindo-se esta introdução: a segunda seção descreve os serviços de telecomunicações mais relevantes; a terceira discute a evolução tecnológica dos equipamentos de telecomunicações; a quarta apresenta as principais características das redes de telecomunicações; a quinta discute o novo quadro regulatório brasileiro; e a sexta seção apresenta as considerações finais.

2. Serviços de Telecomunicações

Os serviços de telecomunicações são classificados em dois tipos: os básicos e os de valor adicionado (SVA). Os primeiros são ofertados pela rede telefônica tradicional – telefones de uso público, linhas residenciais e comerciais – em suas dimensões local, interurbana e internacional – e podem, incluir, ainda, alguns serviços oferecidos por redes específicas, como se discutirá adian-

te. Os SVAs são serviços avançados de telecomunicação que envolvem a transmissão e o processamento de informações com o uso de *softwares*, acrescentando valor aos serviços básicos que lhes dão suporte. O surgimento das tecnologias digitais de transmissão e comutação (interligação entre usuários) e a incorporação de recursos computacionais às redes reduziram acentuadamente os custos de transmissão e de processamento da informação, permitindo o crescimento da oferta dos SVAs [Pastoriza (1996)].

Os SVAs que podem ser oferecidos por intermédio da rede telefônica tradicional são, basicamente, os seguintes [Fagundes (1995)]:

- videotexto, serviços bancários eletrônicos, compras por telefone etc.;
- fax e correio eletrônico, que permitem a troca eletrônica de informações por intermédio das redes de telecomunicações, competindo, de certa forma, com os serviços normais de correio;
- centrais de atendimento aos clientes, para a prestação de serviços customizados pelas redes inteligentes (centrais 0800 e 0900);¹ e
- *paging* (BIP ou rádio-chamada), que consistia, originalmente, na transmissão de mensagens curtas e unidirecionais dirigidas a um ou vários destinatários em trânsito, por um pequeno terminal portátil. A evolução tecnológica já permite a transmissão bidirecional, com o usuário podendo responder por escrito aos recados recebidos;²

Dentre os serviços que requerem redes específicas, destacam-se:

- telefonia móvel celular tradicional;
- telefonia móvel celular via satélites, que permitirá, em futuro próximo, a comunicação entre usuários de qualquer parte do mundo;
- sistemas pessoais de comunicação – *personal communications system* (PCS) – destinados à comunicação entre usuários próximos entre si e/ou em ambientes fechados;³

1 As redes inteligentes são bancos de dados associados a uma central de comutação, cujos terminais de *softwares* são alugados por pessoas físicas ou jurídicas, juntamente com um determinado número de linhas telefônicas. O custo das chamadas é pago por quem efetua a ligação (centrais 0900) ou por quem as recebe (centrais 0800).

2 A previsão dos fornecedores de equipamentos é de que estes novos serviços sejam lançados comercialmente no Brasil em dois ou três anos [Folha de S. Paulo (05.11.97)].

3 O PCS é um sistema de telefonia digital móvel que, por operar em frequência elevada (2 GHz), muito superior à do celular comum (800 MHz), está menos sujeito a interferências (linhas cruzadas) e fraudes.

- serviços limitados (*trunking*) – destinados à comunicação interna de grupos de usuários envolvidos em atividades específicas, como, por exemplo, empresas de transporte rodoviário de carga, empresas de segurança, corpo de bombeiros etc.;⁴
- videoconferência – serviço que permite a comunicação visual simultânea à distância, por parte de vários usuários, através de uma rede de transmissão de alta capacidade;
- intercâmbio eletrônico de documentos – *electronic document interchange* (EDI) – refere-se à troca de documentos padronizados entre computadores, através de redes corporativas ou públicas, utilizando redes fixas de comunicação de dados ou satélites; e
- acesso a banco de dados e de pesquisa, com destaque para aqueles oferecidos pela rede mundial Internet. Atualmente, existe uma progressiva ampliação dos serviços comerciais oferecidos pela Internet, que perdeu o seu perfil acadêmico inicial.⁵

A tecnologia da TV digital possibilitará a convergência da oferta dos serviços de telefonia, processamento de dados e de entretenimento. A partir da introdução da TV digital, o usuário poderá dispensar a rede telefônica tradicional para ter acesso, via sinais de televisão, a serviços de valor adicionado (Internet, videofone, teleconferência, compras etc.). Além disso, a sofisticação audiovisual nos aplicativos para computadores permitirá ao usuário, através do telefone acoplado a um *modem*, acessar imagens de TV em seu microcomputador.⁶

4 O desenvolvimento tecnológico do *trunking* já permite que seus aparelhos façam a transmissão digital de sinais telefônicos, informações e *paging*, tal qual a telefonia móvel celular. Entretanto, limitações regulatórias existentes em diversos países (caso do Brasil) impedem que este serviço seja oferecido ao público em geral.

5 A Internet foi, originalmente, um canal aberto de comunicações para universidades e laboratórios de pesquisa norte-americanos, criado em decorrência de um projeto de pesquisa do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, em finais dos anos 60. A expansão do uso alternativo da Internet pode ser visualizada pela perda anual de receitas telefônicas (interurbanas e internacionais) e de fax de 16 grandes empresas de telecomunicações mundiais, estimada em US\$ 154 milhões em 1997 e podendo chegar a US\$ 2 bilhões em 2001 pela Consultoria *Philips Tarifica*. No caso específico da Embratel, o impacto sobre a receita passaria de US\$ 4,8 milhões (1997) para US\$ 98,8 milhões (2001) [Gazeta Mercantil (09.09.97)]. Entretanto, este fenômeno tem gerado uma rápida reação das operadoras internacionais no fornecimento de serviços de acesso e de assinaturas para usuários da Internet, bem como no aluguel de linhas privadas para o fornecimento destes serviços.

6 Estas tecnologias estão em fase de teste e espera-se que sua adoção comercial ocorra em breve. Particularmente no caso da TV digital, a previsão é de que esteja disponível comercialmente, nos Estados Unidos, no final de 1998 e, no Brasil, até o ano 2000 [Folha de S. Paulo (03.08.97)].

3. Equipamentos de Telecomunicações

Os serviços de telecomunicações são oferecidos por um conjunto de equipamentos e meios de transmissão organizados de maneira a dar suporte à interconexão, à distância, dos diferentes usuários.

Estes equipamentos e meios de transmissão constituem um sistema com arquitetura na forma de redes, as quais são compostas pelos equipamentos do usuário de comutação e de transmissão (locais, interurbanos e internacionais) descritos a seguir.

3.1. Equipamentos do Usuário

Os equipamentos dos usuários apresentam, basicamente, duas tendências: a primeira é a incorporação no aparelho telefônico padrão, fixo e móvel, de um conjunto crescente de multifunções (viva voz, secretária eletrônica, recados, bloqueio de chamadas, identificação de ligações, *follow me*, gravação de conversação, fax, videofone etc.); a segunda é a interface destes aparelhos com microcomputadores (*desktop* ou portáteis), através de placas de *modem*, para a transmissão de dados, permitindo, assim, a ativação de outras funções além da telefonia (correio eletrônico, acesso à Internet etc.).

Particularmente no caso do telefone móvel, assiste-se a uma rápida evolução tecnológica, com destaque para a miniaturização, acompanhada de maior durabilidade da carga das baterias e aumento da inteligência dos aparelhos para novas aplicações.

Estas tendências evidenciam a convergência tecnológica existente entre os setores de informática e telecomunicações que proporcionou, dentre outros aspectos, a ampliação de escalas de produção de componentes microeletrônicos e as oportunidades de lucros extras advindos das inovações.

Em termos gerais, a oferta dos equipamentos dos usuários se apresenta de forma bastante competitiva, gerando diferentes tipos e modelos de equipamentos (fax, telefonia móvel, computadores em rede etc.). Para evitar problemas na conexão entre equipamentos de diferentes fornecedores, a União Internacional de Telecomunicações (UIT) vem estabelecendo normas para a padronização de interfaces, componentes e sistemas⁷ [Barradas (1995)].

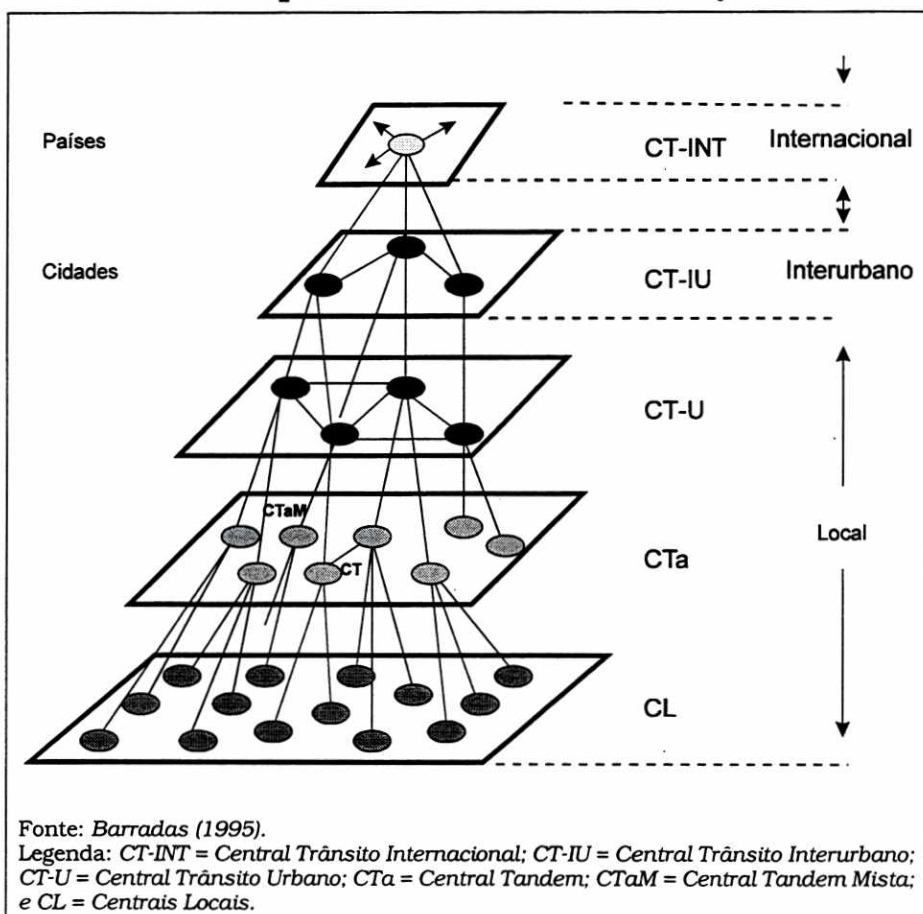
⁷ As decisões da UIT envolvem grande complexidade, pois devem permitir a resolução de problemas técnicos e obtenção de economias de escala por parte dos fabricantes sem cercear os benefícios das inovações.

3.2. Equipamentos de Comutação e de Transmissão

A função de comutação, realizada pelas centrais telefônicas, tem o objetivo de interligar os terminais telefônicos dos usuários, o que ocorre através do controle dos circuitos de transmissão e da conexão entre a origem e o destino dos sinais transmitidos.

A comutação envolve uma rígida hierarquia de centrais, o que pode ser visualizado no Gráfico 1.

Gráfico 1
Hierarquia das Centrais de Comutação



As centrais *locais* (CL) atendem a usuários dentro de uma determinada área. As centrais *tandem* (CTa) conectam as chamadas entre centrais e podem ser *mistas* (CTaM) quando, além desta função, atendem também a usuários próximos. As centrais *trânsito* (CT) só fazem conexão entre as centrais tandem. As centrais *urbanas* (CT-U) interligam as chamadas entre as centrais tandem e cidades próximas ou de regiões metropolitanas. As centrais *interurbanas* (CT-IU) não atendem usuários diretamente, possuindo juntores de alta capacidade para conectar todas as chamadas interestaduais entre elas próprias. Por fim, as *centrais internacionais* (CT-INT) processam o tráfego internacional, que é concentrado por algumas centrais trânsito nacionais, endereçando as ligações para os países de destino.

Assim, quando um usuário disca o prefixo internacional correspondente a um número de outro usuário localizado no exterior, sua central telefônica local reconhece este prefixo e encaminha a ligação para a central internacional, após percorrer todas as centrais hierarquicamente inferiores.

Inicialmente, a única forma de expansão dos serviços interurbanos ocorria pelo aumento da capacidade dos cabos (pares adicionais de fios) entre as cidades. A elevação dos custos de investimentos e de organização e manutenção destas redes gerou uma preocupação crescente com o gerenciamento do tráfego e com os congestionamentos das linhas, estimulando a busca de inovações [Barradas (1995)].

Atualmente, a função de comutação é realizada por centrais automáticas com base na tecnologia eletrônica digital, através de programas de *software* armazenados em memórias eletrônicas. Estas centrais são conhecidas como Centrais de Programa Armazenado-Temporal (CPA-T).⁸

As CPA-Ts são resultado de uma evolução tecnológica marcada pela substituição da eletromecânica pela eletrônica e da analógica pela digital.⁹ Estas inovações permitiram o alargamento da faixa de transmissão,¹⁰ o que proporcionou o aumento da capacidade de processamento das informações e a incorporação de inteligência nas redes através do uso de *softwares*. Além disso, estas inovações aumentaram a flexibilidade e a qualidade de transmissão de sinais dos sistemas de telecomunicações.

Estes avanços tecnológicos permitiram a transmissão conjunta de voz e dados, o que não era possível na comutação tradicional, ampliando significativamente a oferta de serviços de valor adicionado. A fronteira tecnológica da comutação é a técnica *Asynchronous Transmission Mode* (ATM), que, ao efetuar uma comutação única para todos os serviços, através de pacotes de informações, realiza um conjunto de funções complexas, tais como identificação, estoque e encaminhamento de pacotes até o seu destino e checagem de possíveis erros na transmissão dos dados.¹¹

8 As CPAs anteriores eram eletromecânicas e espaciais (CPA-E), onde os sinais eram separados por meios físicos (através de relés), o que limitava a sua capacidade.

9 Para que as informações sejam transmitidas, elas devem ser representadas por sinais analógicos ou digitais. No primeiro caso, os sinais copiam o símbolo original, o que tem o inconveniente de, na hipótese de sofrerem agressões ou ruídos do meio ambiente, não poderem ser reconhecidos no local de destino. Já no caso da representação digital, através da técnica *Pulse Code Modulation* (PCM), as informações são transformadas em amostragens de sinais binários (códigos), tornando-se mais fáceis de serem repetidas e, conseqüentemente, recuperadas, minimizando, assim, as interferências do meio ambiente. Além disso, as informações podem ser transmitidas, neste último caso, em maior quantidade e maior velocidade [Barradas (1995)].

10 As informações são transmitidas por sinais elétricos ou ópticos, compostos por faixas de frequências. O tamanho destas faixas está associado à velocidade de variação destes sinais. Para que não haja distorção de transmissão, o sinal deve ter uma faixa de frequência menor ou igual à faixa de passagem do meio de transmissão.

11 A Embratel está abrindo um processo de licitação para implantar uma Rede Nacional de Alta Velocidade (Renav), baseada na tecnologia ATM.

Além disso, a capacidade de transmissão de sinais e a oferta de novos serviços na mesma rede física também foram impulsionadas pelo surgimento de novas técnicas de multiplexação que, associadas à comutação, otimizam as instalações de transmissão. Os multiplexadores (mux) são equipamentos empregados na interligação de centrais telefônicas, com a função de transmitir simultaneamente vários canais de transmissão (voz, dados etc.). A tecnologia da multiplexação está em franca evolução, sendo a mais utilizada atualmente a versão E1, cujos mux têm capacidade de transmitir, cada um, 30 canais de voz simultâneos, a uma velocidade de 2 megabits por segundo (Mbps).¹² Com a intercalação de vários mux é possível reunir, por exemplo, todas as ligações telefônicas de uma cidade, destinadas a outra cidade, numa única fibra óptica [RNT (maio de 1997)].

Entretanto, a tendência tecnológica aponta para a rápida substituição da versão E1 pela técnica *Synchronous Digital Hierarchy* (SDH). Esta tecnologia apresenta, entre outras, quatro vantagens em relação aos TDM-E1: em primeiro lugar, um único mux síncrono pode substituir diversos multiplexadores, tornando as centrais de transmissão mais simples e com um menor custo de manutenção; em segundo, esta inovação torna desnecessária a complexa e custosa demultiplexação (a dificuldade de recuperação dos sinais originais torna-se crescente com o aumento da velocidade da transmissão); em terceiro, viabiliza um gerenciamento totalmente automatizado, ao permitir que toda a rede seja controlada por *software*; e, por fim, introduz uma arquitetura de rede mais eficiente do que a utilizada tradicionalmente, ao permitir que os equipamentos mux sejam dispostos em anel, cada um podendo receber mensagem de todos os demais. A técnica SDH prescinde da disposição hierárquica dos equipamentos mux – existente na técnica TDM –, na qual um equipamento só pode receber sinais de outro mux que opere em velocidade menor, fazendo com que qualquer defeito comprometa toda a cadeia de transmissão. Desta forma, a técnica SDH apresenta maior segurança e flexibilidade, ao permitir desvios de rota quando necessário e possibilitar um fluxo bidirecional dos sinais dentro do anel¹³ [RNT (maio de 1997)] e Telecom (junho de 1997)].

- 12 Os mux fazem o "empilhamento" de diversos canais de voz para que possam ser transmitidos simultaneamente. Pela técnica *Time Division Multiplexing* (TDM), cinco mux são dispostos sucessivamente, em ordem hierárquica de velocidades, de forma que o primeiro seja capaz de empilhar 30 canais e o último comprima 1.520 canais, à velocidade de 565 Mbps. Este processo requer a instalação de demultiplexadores no endereço de destino para fazer o caminho inverso ("desempilhar"), para que os sinais possam chegar aos diversos destinatários. A técnica TDM é digital e requer um perfeito sincronismo entre os equipamentos para que os sinais possam ser retirados na mesma ordem em que foram colocados e enviados para os terminais correspondentes [RNT (maio de 1997)].
- 13 No Brasil, a grande maioria dos mux utilizados no sistema de telecomunicações são TDM-E1. Apesar disto, diversas capitais já estão interligadas por sistemas de SDH da Embratel, que prevê, segundo o *Programa de Recuperação e Ampliação do Sistema de Telecomunicações e do Sistema Postal* (Paste), do governo federal, a aquisição de novos sistemas em 1998, correspondendo a investimentos de R\$ 200 milhões [Minicom (1997a)]. Este processo vem ocorrendo, também, no âmbito de redes locais. Exemplo disto é a concorrência entre fabricantes, aberta pela Telesp, para a construção de nove anéis SDH interligando as 17 centrais telefônicas de São Paulo, que terão a velocidade de 2,5 Gbps (suficiente para transportar sinais relativos a 30.240 ligações telefônicas simultâneas) [RNT (fevereiro de 1997)].

4. Redes e Meios de Transmissão

As redes – conjunto integrado de equipamentos e meios de transmissão com o objetivo de permitir a transmissão de sinais e a oferta de serviços de telecomunicações – podem ser: corporativas (privadas), que são aquelas de propriedade particular ou alugadas à rede pública, para fornecer serviços especializados exclusivos para grandes usuários, como empresas, condomínios etc.; e públicas, que são aquelas que permitem a todos os usuários usufruírem de todos os serviços que são oferecidos.

A evolução tecnológica das técnicas de comutação e multiplexação fez com que as redes específicas para telefonia e dados – inicialmente, os principais serviços oferecidos – fossem capazes de suportar os diversos serviços de valor adicionado ofertados atualmente. Contudo, a telefonia continua ocupando a maior parcela da capacidade instalada da rede [Barradas (1995)].

4.1. Redes Corporativas

A crescente oferta de novos serviços de valor adicionado incentivou os fabricantes de equipamentos de telecomunicações a desenvolverem um conjunto completo de comunicação, conhecido como rede corporativa (ou dedicada), através do qual os grandes usuários podem obter serviços de qualidade e confiabilidade superiores aos fornecidos pela rede pública. Com isto, estes usuários evitam os principais problemas apresentados pelas redes públicas, tais como a baixa qualidade das transmissões, a limitada velocidade de emissão e transporte, o congestionamento do tráfego nas horas de pico e os custos elevados nas transmissões internacionais e interurbanas.

As redes corporativas são utilizadas para interconectar terminais de computadores, podendo ser locais, *Local Area Networks* (LAN), ou de longa distância, *Metropolitans Area Networks* (MAN) e *Wide Area Networks* (WAN). As LANs utilizam microcomputadores para organizar o fluxo de informações, enquanto as de longa distância requerem multiplexadores para assegurar que vários terminais possam usar um mesmo canal de transmissão de dados, e *modems*, para efetuar a codificação e decodificação das mensagens.

Além disso, a existência de uma volumosa quantidade de dados a serem transmitidos paralelamente ao tráfego de voz levou muitas empresas a organizarem suas informações através de uma rede interna de informações (Intranet), na qual os dados de todos os departamentos da empresa podem ser armazenados e transmitidos *on-line* e disponibilizados a todos os funcionários através de correio eletrônico [RNT (agosto de 1996)]. Algumas empresas possuem, ainda, a Extranet, com o objetivo de disponibilizar

informações restritas para clientes especiais, acessadas por uma senha.

4.2. Redes Públicas

Embora a maior quantidade de serviços oferecidos na rede pública seja a telefonia, os usuários recorrem a esta rede para acessar, também, serviços de transmissão de dados. O transporte destes sinais pode ser feito de duas formas: rede não-comutada, onde os equipamentos dos usuários são interligados entre si por linhas públicas especiais, disponibilizadas ponto a ponto durante o tempo de utilização, com capacidade de transporte em velocidades de até 64 kbps; e rede comutada, onde o usuário, através do sistema de comutação da rede pública, acessa diferentes pontos para a transmissão e recepção de dados, sendo possível a interconexão entre várias redes ou vários usuários.¹⁴

Para evitar incompatibilidade entre os diferentes equipamentos dos usuários, foi desenvolvida a uniformização de protocolos – um conjunto de regras disciplinadoras da comunicação de equipamentos que garante as transferências de informação de modo ordenado e sem erros, a uma velocidade de até 2 Mbps.¹⁵

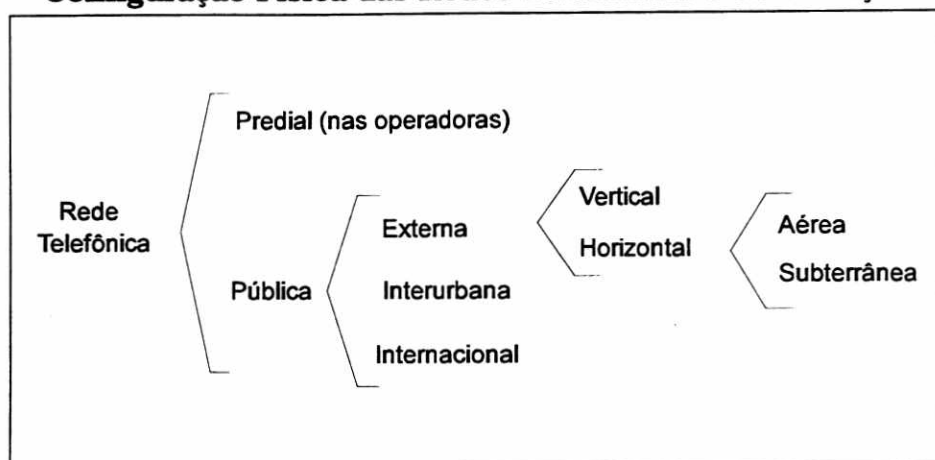
No que se refere à rede telefônica urbana tradicional, sua configuração, visualizada no Gráfico 2, é a base para a prestação de um conjunto de serviços que têm como característica a comutação por circuitos à velocidade de 64 kbps.

A rede telefônica apresenta dois segmentos: predial (interna), composta pelo cabeamento no interior das centrais telefônicas das operadoras, interligando seus equipamentos; e pública, que tem três segmentos: redes externa, interurbana e internacional. A rede externa é composta por um conjunto de equipamentos de infra-estrutura (postes, dutos, caixas, cabos de assinantes e cabos-troncos que ligam equipamentos externos à central telefônica), subdividindo-se em duas partes: vertical (cabeamento do interior de prédios e residências, de responsabilidade dos usuá-

14 No Brasil, existe uma rede não-comutada digital ponto a ponto de âmbito nacional administrada pela Embratel e denominada Transdata, que absorve o tráfego interurbano de dados dos usuários que querem interligar suas redes privadas a vários pontos no país. A sua limitada velocidade e confiabilidade tem feito com que seus usuários típicos (com grande volume de tráfego entre pontos específicos, envolvendo consultas constantes e rápidas, tais como bancos, empresas aéreas, agências de notícias etc.) estejam migrando para a rede comutada. A rede de transmissão de dados comutada brasileira, também administrada pela Embratel e denominada Rede Nacional de Pacotes (Rempac), é adequada para usuários que demandam pouco tempo de operação e se comunicam com outros equipamentos de transmissão de dados que não constituem redes privadas (acesso à Internet, banco de dados, correio eletrônico, pedidos de compras, consultas diversas etc.). Enquanto o faturamento da rede Transdata, medido por número de circuitos (ponto a ponto), decresceu 73% entre 1990 e 1995, o tráfego de serviços na Rempac, medido em milhões de quilobits (1 octeto = 8 bits), cresceu 1.238% no mesmo período [Embratel (1997)].

15 O protocolo recomendado pela *International Standards Organization* (ISO) e pela UIT é a interface X-25, que, entretanto, vem sendo substituído por outros, tais como *Ethernet*, *Frame-Relay*, *ATM* etc. Para maiores informações, ver *Revista Link* (agosto de 1997), *Revista Telebrasil* (março-abril de 1996, p. 51-53) e *RNT* (agosto de 1996, p. 56-60).

Gráfico 2
Configuração Física das Redes Telefônicas e de Serviços



rios) e horizontal (cabearamento aéreo ou subterrâneo, representando cerca de 50% do total de investimentos da concessionária) [Barradas (1995)].

O segmento externo horizontal (representado no Gráfico 3) é composto pelos cabos que interligam a estação telefônica ao armário de distribuição, compondo a rede primária; os cabos que interligam estes armários às caixas terminais, designados como rede de distribuição secundária; e, finalmente, aqueles que interligam estas caixas aos usuários, chamados de rede de distribuição (ou *last mile*).¹⁶

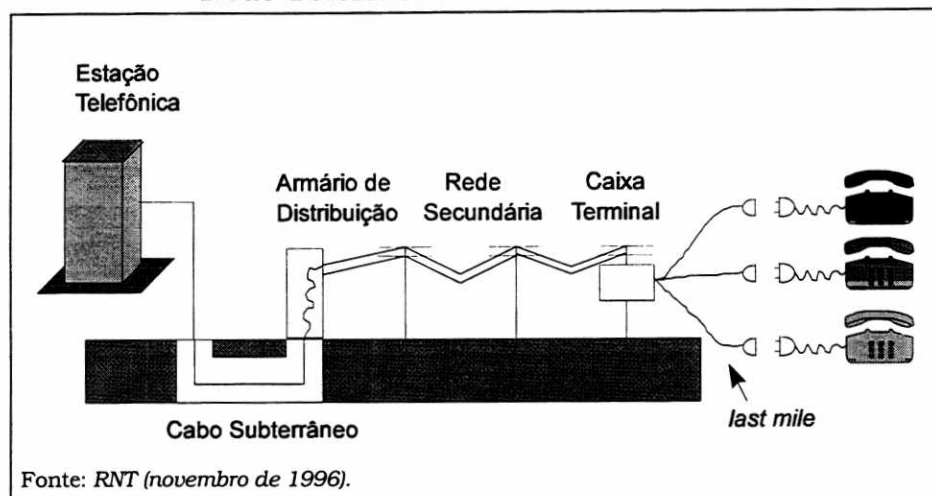
Os investimentos na *last mile* – composta, basicamente, por pares de fio de cobre – envolvem elevados custos de instalação e manutenção e têm um baixo retorno, em razão do reduzido volume intermitente de operações realizadas. Apesar disso, o ritmo de introdução de novas tecnologias no *last mile* apresenta muito dinamismo, com uma tendência, no caso de grandes usuários, de introdução de fibras ópticas nos circuitos, acompanhada da descentralização da comutação.¹⁷

As redes públicas interurbana e internacional são discutidas na subseção a seguir.

16 O Paste [Minicom (1997a)] classificou os investimentos previstos para as redes de acordo com as funções dos equipamentos e serviços ofertados, agrupando-os em programas de investimentos para a implantação e/ou ampliação de equipamentos de: a) redes de acesso – transportam informações e fazem a conexão dos usuários à rede externa, permitindo o fornecimento de qualquer tipo de serviço; b) redes de interligação – interligam as diversas centrais de comutação (local, interurbana etc.); c) redes básicas – suportam a prestação de um conjunto de serviços bem definidos, como projetos de redes de telefonia fixa, móvel, dados, Redes Digitais de Serviços Integrados (RDSI), TV por assinatura etc.; e d) redes especializadas – permitem a utilização das redes básicas para o fornecimento de serviços de valor adicionado (*paging, trunking, fax* etc.).

17 Um exemplo deste movimento no Brasil é a constituição de Centrais Privadas de Comutação Telefônica (CPCT) em novos condomínios residenciais, as quais são totalmente digitalizadas e interligadas por cabos ópticos aos assinantes e à rede pública. As principais vantagens trazidas para os usuários são as seguintes: redução do tempo necessário para completar as chamadas; diminuição dos riscos de defeitos e congestionamentos; e viabilização de serviços integrados (voz, dados e imagens) no *last mile*.

Gráfico 3
Rede Telefônica Externa Horizontal



4.3. Meios de Transmissão de Longa Distância: Redes Interurbanas e Internacionais

Os segmentos das redes interurbanas e internacionais dão o suporte para as comunicações telefônicas de longa distância. Suas arquiteturas devem permitir a transmissão de uma grande quantidade de sinais através da combinação de diversas tecnologias, cujo conjunto de opções pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1
Meios de Transmissão de Longa Distância:^a
Principais Características

<i>Modalidades</i>	<i>Características</i>
Microondas	Alta capacidade, longas distâncias.
Cabo Coaxial	Interligação de localidades de grande tráfego interurbano ou local. Atualmente, vem deixando de ser utilizado em razão do advento da fibra óptica.
Fibra Óptica	Altíssima capacidade de transmissão. Ideal para redes com grande concentração de sinais.
Satélites	Grande flexibilidade no uso. Podem ser utilizados para cobertura de áreas externas ou localizadas.

^aExistem, ainda, dois outros meios de transmissão, atualmente em desuso, a saber: rádio VHF/UHF (para comunicações interurbanas) e tropodifusão (para grandes distâncias e zonas inóspitas).

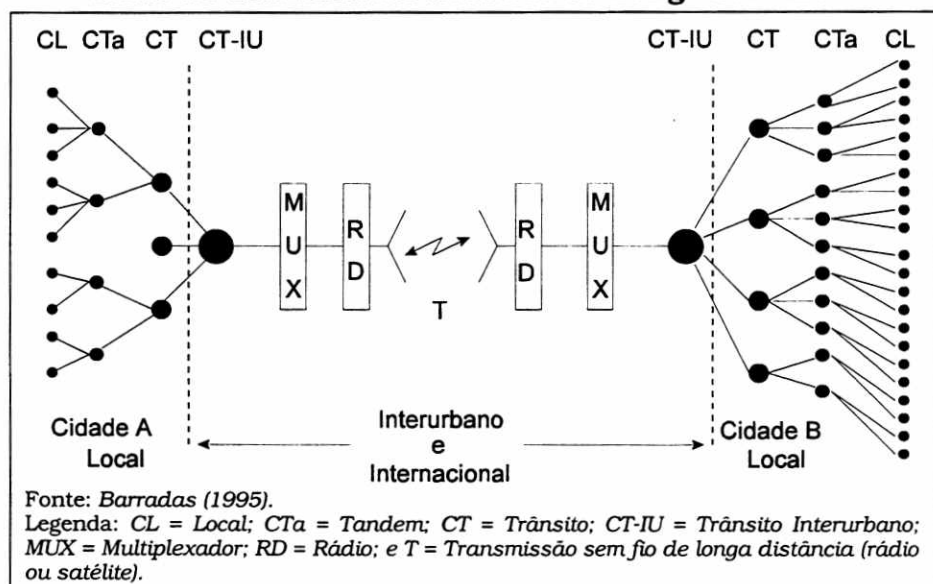
As arquiteturas das redes locais (urbanas) e de longa distância (interurbanas e internacionais) atendem a lógicas econômicas distintas. Nas primeiras, o retorno dos investimentos é determinado pela densidade de usuários da rede. Já o retorno dos investimentos nas redes de longa distância está relacionado à quantidade de informações transmitidas.¹⁸

18 Apesar das lógicas econômicas distintas, o planejamento dos investimentos na expansão das redes locais e de longa distância deve envolver cooperação e coordenação entre as operadoras, devido à necessidade de integração entre as diferentes redes (urbanas, interurbanas e internacionais). No Brasil, este papel institucional é desempenhado pela Embratel, que detém os meios de transmissão de longa distância [Barradas (1995)].

O segmento de transmissão de sinais em longa distância passa, atualmente, por um intenso ritmo de inovações tecnológicas, que visa aumentar o volume de tráfego com qualidade e confiabilidade, reduzindo, assim, o custo e, conseqüentemente, aumentando sua rentabilidade.

Em linhas gerais, estes meios resumem-se a duas categorias básicas, cada qual com aplicações específicas: transmissão com fio (por cabo) e transmissão sem fio (rádio). Em geral, a instalação da infra-estrutura de transmissão de longa distância é bastante onerosa, envolvendo elevados custos de operação e manutenção e, no caso do rádio, implica a regulação de frequências, cujo espectro escasso é uma barreira natural à sua expansão. Todas estas tecnologias envolvem economias de escala em sua aplicação [Barradas (1995)] e [Boakye (1995)]. No Gráfico 4 visualiza-se um sistema de transmissão sem fio de longa distância.

Gráfico 4
Rede de Transmissão Sem Fio de Longa Distância



Entre os meios de transmissão sem fio, destaca-se a tecnologia de satélites, que tem as seguintes vantagens: elevada capacidade de transmissão, permitindo o uso de faixas com banda larga, cobertura de grandes áreas, flexibilidade operacional e economias de escopo (oferta simultânea de vários serviços).

Os satélites podem ser geoestacionários, *Geostationary Earth Orbit Satellites* (GEO), de média órbita, *Medium Earth Orbit Satellites* (MEO), ou de baixa órbita, *Low Earth Orbit Satellites* (LEO), de acordo com a altura da sua órbita.¹⁹ Os GEOs ficam

¹⁹ A rede brasileira de telecomunicações via satélites é composta por três satélites GEO, denominados Brasilsat (A2, B1 e B2) e 66 estações terrestres. Em 1998 entrará em operação o satélite B3 para substituir o A2, que será desativado por se encontrar no final de sua vida útil [Melo et al.(1995)]. Para uma visão detalhada dos diferentes projetos mundiais de satélites existentes, ver *Revista Telebrasil* (janeiro/fevereiro de 1996).

estacionados à altura de 36 mil km, o que permite cobrir uma zona correspondente a cerca de 40% da superfície terrestre, além de possibilitar o posicionamento da antena numa direção fixa. Isto significa uma substancial redução dos custos das estações terrestres (*design* e manutenção), eliminando os problemas de *hand-over*.²⁰ Entretanto, a elevada altitude (aproximadamente 22.300 milhas) implica, ainda, um atraso de 0,25 milésimo de segundo na recepção dos sinais.²¹

Os MEOs e os LEOs situam-se, respectivamente, em órbitas médias (10 mil km) e baixas (1,4 mil km) e possibilitam a oferta de uma série de serviços específicos, envolvendo desde circuitos de redes privadas (para transmissão de voz, dados e fax) até o suporte de telefonia móvel celular (PCS).

Uma das desvantagens do uso de satélite, assim como todo sistema de transmissão baseado em rádio, é a restrição do espectro de frequências, utilizado para diversos usos alternativos²² [Boakye (1995)]. Além disso, o uso de satélites envolve elevados custos iniciais de instalação, requerendo o estabelecimento de consórcios internacionais para a sua viabilização. Uma solução para usos com menor escala é o lançamento de artefatos de cobertura regional ou satélites de órbita mais baixa (os LEOs e MEOs).²³

Uma série de inovações incrementais vêm proporcionando maior velocidade, qualidade e flexibilidade na transmissão de sinais via satélite, permitindo a transmissão digital de voz e dados, bem como a redução de interferências e retardos na comunicação.²⁴

No caso das transmissões com fio, a tecnologia avança sua fronteira com a utilização de fibra óptica tanto para os sistemas terrestres como para a instalação de cabos submarinos. A implantação de cabos intercontinentais e de satélite já concorrem

20 Conhecido como salto duplo, o *hand-over* ocorre pela necessidade do sinal percorrer dois satélites até a chegada da informação ao seu destino, devido à dispersão provocada pela distância.

21 Os principais artefatos de satélites GEO são de propriedade de dois consórcios transnacionais: Intelsat, que envolve 136 países (a Embratel participa com 1,36%) e, através de 22 satélites, transmite sinais para serviços de voz, dados, fax, radiodifusão etc.; e Inmarsat, que reúne 79 países (a Embratel participa com 1,45% do total) e, através de 11 satélites, transmite sinais para serviços de voz e dados. O consórcio Inmarsat constituiu uma nova empresa (a ICO) com o objetivo de operar um sistema de 12 satélites MEO para explorar comunicações pessoais móveis (celulares), num projeto que prevê investimentos de cerca de US\$ 6,2 bilhões [Revista Telebrasil (janeiro/fevereiro de 1996)].

22 As principais bandas de frequência operadas pelos satélites são as bandas L e Ka (para serviços de comunicações móveis, através de artefatos LEO e MEO) e as bandas C e Ku (ambas para serviços de radiodifusão e redes corporativas, geralmente envolvendo artefatos GEO).

23 Um exemplo de projetos de satélite de âmbito regional é o projeto Ecco – desenvolvido por um consórcio internacional liderado pela Bell Atlantic (Estados Unidos) –, que conta com a participação técnica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e prevê o lançamento de 11 LEOs na órbita brasileira, para atender a áreas com média densidade de população e para complementar sistemas celulares.

24 As primeiras redes de transmissão via satélite utilizavam a técnica *Very Small Aperture Terminal* (VSAT), de pouca flexibilidade no transporte de sinais (banda estreita) e baixa velocidade (9.600 bps com, no mínimo, 200 estações remotas). Atualmente, a tecnologia VSAT-plus permite, com a adoção de softwares nas estações remotas, o gerenciamento e o compartilhamento do uso da banda de transmissão a uma velocidade de até 10 Mbps por portadora.

em custos, sendo que os primeiros têm, como vantagem, maior capacidade de transmissão do que o satélite²⁵ [Barradas (1995)].

Avanços na tecnologia dos semicondutores têm proporcionado benefícios para as fibras ópticas, dentre os quais se destacam: aumento da capacidade e redução de perdas de transmissão, menor incidência de erros e maior proteção contra interferências. Estes aspectos têm contribuído para a melhora da competitividade da fibra óptica no que se refere tanto à transmissão tradicional por par metálico ou coaxial quanto à transmissão por rádio [Melo *et al.* (1997)]. Particularmente em relação a esta última, as fibras ópticas apresentam a vantagem de contornarem a finita disponibilidade de frequências.²⁶

Apesar dos custos elevados de implantação, a crescente demanda por serviços intensivos em informação (serviços multimídia, por exemplo) tem contribuído para aumentar a adoção da tecnologia óptica, elevando os retornos de escala.²⁷

4.4. Redes Móveis

4.4.1. Telefonia Móvel Celular

O sistema de telefonia celular representa uma evolução dos sistemas de rádio móvel tradicional (por microondas), viabilizado pelo desenvolvimento dos microprocessadores e dos semicondutores. Esta tecnologia consiste em três componentes, a saber: a unidade móvel do assinante, a estação rádio-base (ERB) e a central de comutação e controle (CCC).

A área de cobertura desse sistema é composta por um determinado número de células, controladas por uma CCC.²⁸ Cada célula inclui uma ERB, dotada de uma antena transceptora (irradiadora, receptora e distribuidora de sinais dos telefones móveis). Cada ERB está interligada à CCC, que, através de um controlador e de um complexo *software*, monitora o *roaming*,²⁹ o

-
- 25 Encontra-se em implantação, até 1999, o cabo submarino de fibra óptica *Atlantis 2*, para fazer a ligação entre o Brasil e a Europa. Este projeto, orçado em US\$ 300 milhões, substituirá o cabo *Atlantis 1*, de tecnologia analógica, que suporta apenas 1.380 conversações telefônicas simultâneas. O novo cabo permitirá 120 mil conversações simultâneas. Além disso, as rotas interestaduais via microondas estão sendo substituídas por rotas de fibra óptica instaladas ao longo da malha rodoviária do DNER. Este investimento possibilitará a interligação do cabo Américas I (interliga Estados Unidos, Caribe e Venezuela ao Brasil, em Fortaleza) ao cabo *Unisur* (que liga Florianópolis a Montevideu e Buenos Aires), completando o circuito óptico Estados Unidos/Brasil/Argentina [Gazeta Mercantil (24.07.97)].
- 26 A fibra óptica possibilita taxas de transmissão teóricas da ordem de 10 mil vezes superiores às das microondas. Esta tecnologia exige, contudo, elevado grau de sofisticação, uma vez que a informação é transmitida por meio de luz (pulsação) e não por sinais elétricos [Melo *et al.* (1997)].
- 27 O uso da fibra óptica permanece com baixa viabilidade na *last mile*, *vis-à-vis* os elevados custos de instalação frente à ainda relativamente baixa densidade da demanda.
- 28 O sistema celular convencional trabalha com três tamanhos diferentes de células, escolhidos de acordo com a densidade de telefones: macrocélula (raio de 20 km para zonas com poucos assinantes), célula (raio de 5 km) e minicélula (raio de 1 km). No caso da telefonia rural, por exemplo, o sistema utiliza macrocélulas.
- 29 O *roaming* é uma das funções executadas pela CCC e caracteriza-se pelo acompanhamento da movimentação do aparelho celular da área de controle de um para outro CCC.

*hand-off*³⁰ e a conexão dos aparelhos celulares (entre si e com a rede pública) e realiza a tarifação dos serviços.

Alguns problemas atuais da tecnologia são as zonas de sombra,³¹ o congestionamento do tráfego e a qualidade da transmissão. Estes aspectos podem ser solucionados com a incorporação de novas tecnologias de transmissão digital, que permitem um progressivo reaproveitamento das frequências alocadas na célula, associada à utilização crescente de microcélulas e de computadores com maior capacidade de processamento e armazenamento de informações.³²

Atualmente, existe uma grande concorrência entre os fabricantes de tecnologias celulares, na oferta de diferentes padrões tecnológicos às operadoras.³³ Estas tecnologias podem ser assim resumidas:

- *Frequency Division Multiple Access* (FDMA). Esta tecnologia é analógica, na qual o usuário "disputa" um circuito vago, dentro da faixa de frequência, para acessar o sistema. O principal sistema analógico existente é o *Advanced Mobile Cellular Service* (AMPS), adotado nos Estados Unidos, no Brasil, na África e na Oceania.
- *Time Division Multiple Access* (TDMA). Esta tecnologia é digital, com os meios de transmissão divididos por tempo, permitindo, assim, um aumento do número de usuários sem que haja necessidade de utilização de maior quantidade de frequências, uma vez que o espectro de frequências é finito. O sistema digital mais utilizado é o *Global System for Mobile Communication* (GSM), que é adotado na Europa, onde a grande mobilidade dos usuários tem demandado uma rápida padronização do sistema celular dos países europeus. A comprovada qualidade superior dos serviços digitais, associada a problemas de congestionamento de frequências do sistema FDMA, tem incentivado a introdução da tecnologia TDMA por parte dos países que adotaram, originalmente, a FDMA, tais como os Estados Unidos (sistema TDMA IS 54), o Brasil e diversos outros da Ásia.³⁴

30 O *hand-off* é a denominação da passagem do celular de uma célula para outra, quando pode ocorrer troca de frequências.

31 As zonas de sombra são aquelas regiões onde um aparelho não tem condições de efetuar ligações. Geralmente, estas zonas são o resultado das barreiras criadas por edifícios, túneis ou acidentes geográficos.

32 Novas técnicas de multiplexação digital permitem a utilização mais eficiente do meio de transmissão celular, subdividindo-o, reutilizando frequências para aumentar o número de informações transmitidas e viabilizando a operação das CCCs com ERBs cada vez mais reduzidas.

33 Para um aprofundamento sobre os diferentes padrões tecnológicos, ver Telebrasil (1994).

34 A heterogeneidade técnica dos sistemas tecnológicos norte-americanos origina diversos problemas de comunicação entre os usuários de celulares. Para resolver este problema, a *Federal Communication Commission* (FCC) obrigou as indústrias de equipamentos celulares digitais a fabricar um transceptor híbrido analógico/digital para permitir a comunicação entre os usuários com tecnologias diferentes. No Brasil, o governo adotou uma política regulatória similar, ao deixar a cargo das operadoras a escolha da tecnologia celular a ser adotada desde que garantida a interface com as tecnologias concorrentes.

- *Code Division Multiple Access (CDMA)*. Esta tecnologia também é digital, tendo sido inicialmente desenvolvida para transmissões militares sigilosas, e envolve a superposição de sinais dos usuários na mesma faixa de frequência. Os usuários são distinguidos entre si por um código individualizado, que na recepção é reconhecido sem erro e com grande imunidade ao ruído.³⁵ A tecnologia CDMA apresenta as seguintes vantagens em relação às outras: não requer a reutilização de frequências; tem um *hand-off* e um *roaming* mais suaves; as potências das ERBs podem ser menores, pois o sistema reconhece o sinal do usuário mesmo em ambiente de muito ruído, graças ao código de cada usuário; como decorrência, as baterias dos aparelhos móveis podem ser menores, de menor consumo e com maior duração; e, finalmente, suas transmissões são mais imunes à quebra de sigilo.³⁶ Os países pioneiros na adoção desta tecnologia foram a Tailândia, a Coreia e os Estados Unidos.³⁷

4.4.2. Telefonia Celular Fixa

A tecnologia celular pode ser utilizada, também, no sistema de telefonia fixa. Isto ocorre com a substituição da rede externa de fios por equipamentos baseados na tecnologia celular (rádio transceptor, CCC e ERB). O circuito local sem fio é formado pela interligação da CCC (que controla um determinado número de ERBs) a uma pequena antena transceptora localizada na casa do usuário, que por sua vez é ligada por um *plug* a um telefone fixo comum. Este sistema misto de telefonia fixa com tecnologia celular é conhecido como *Wireless Local Loop (WLL)*, que é bem mais simples do que a tecnologia móvel pelo fato de a antena transceptora ser fixa, eliminando uma série de complicações existentes no móvel celular, tais como os problemas de *hand-off* e o complexo monitoramento dos aparelhos móveis.

Graças à sua simplicidade de instalação, a tecnologia WLL apresenta menor custo e é uma alternativa atraente para regiões de baixa densidade de usuários (áreas rurais, por exemplo) e para áreas urbanas que não receberam, ainda, o cabeamento³⁸ [Boa-

35 A tecnologia CDMA exige que haja uma sincronia perfeita dos sinais gerados em todas as ERBs para haver identificação das células onde está o aparelho móvel. Para satisfazer esta exigência, são utilizados satélites *Global Positioning System (GPS)*, que determinam precisamente a posição dos receptores.

36 Por ser transmitida em código, a tecnologia CDMA não está sujeita aos problemas da tecnologia TDMA, na qual basta identificar o canal de controle do celular para permitir a escuta das conversas por um receptor UHF.

37 No Brasil, a concessionária Centrais Telefônicas de Ribeirão Preto (Ceterp) está sendo a pioneira na operação do sistema CDMA, fornecido pela Motorola.

38 Pela Portaria 68, de 04.02.97, o Ministério das Comunicações autorizou 10 operadoras estaduais de telefonia fixa a realizar testes com tecnologias digitais WLL de 12 fabricantes, durante o período de um ano, com o objetivo da adoção futura da telefonia sem fio [Telecom (março de 1997) e Revista Telebrasil (maio/junho de 1997)].

kye (1995)]. Além disso, o menor requisito de investimento em capital fixo facilita a concorrência no fornecimento de serviços, o que pode beneficiar os consumidores da telefonia fixa com preços mais competitivos.

Sua desvantagem, entretanto, é a baixa qualidade da voz, já que grande parte dos equipamentos para WLL foi desenvolvida a partir da tecnologia móvel celular, que prioriza a mobilidade em detrimento da qualidade da transmissão. Além disso, o WLL disputa faixas de frequências com outros serviços de telecomunicações e de radiodifusão, o que deverá demandar atenção especial à regulamentação do serviço.³⁹

4.4.3. Sistemas Pessoais de Comunicação Móvel – *Personal Communications System (PCS)*

Os serviços PCSs estão sendo viabilizados pela miniaturização das células – microcélulas (raio de 500 metros) e picocélulas (raio de 100 a 200 metros) – e por uma rígida hierarquização entre elas, para viabilizar a comunicação onde quer que esteja localizado o usuário (como, por exemplo, em zonas de sombra, corredores de edifícios etc.). Com a redução do tamanho das células, será menor a potência exigida para as ERBs, embora o aumento do número de células exija maior quantidade de ERBs e de CCCs, com maior complexidade de gerenciamento do sistema, o que deverá reduzir o custo de instalação de cada ERB, mas exigirá *softwares* mais sofisticados.⁴⁰

4.4.4. Sistemas Pessoais de Comunicação Móvel Global – *Global Mobile Personal Communications System (GMPCS)*

A fronteira tecnológica da telefonia celular caminha para a comunicação pessoal móvel em alcance mundial, na qual deverão ser utilizadas todas as possibilidades de comunicação por rádio celular, apoiadas em satélites de órbita baixa (LEO) e média (MEO) para interligar os aparelhos telefônicos móveis terrestres em qualquer parte do mundo.⁴¹

39 Atualmente, a tecnologia WLL utiliza a mesma faixa de frequência reservada para o uso da tecnologia móvel celular (800 MHz). Este aspecto é questionado por fabricantes de telefonia móvel celular, que defendem a reserva de uma outra faixa (2 GHz) para o serviço WLL. Entretanto, como esta faixa já é destinada para os serviços PCSs, tal medida afetaria os interesses dos fabricantes de equipamentos para estes serviços. Esta questão está sendo apreciada pela UIT.

40 A UIT deverá manter a reserva de uma faixa de frequência elevada para o PCS (2 GHz), em razão das características tecnológicas deste sistema. Como o PCS exige uma proximidade muito grande entre os aparelhos celulares e as ERBs – devido ao tamanho reduzido das células –, não deverá ocorrer o problema de atenuação de sinais, tão comum na transmissão em faixas de frequências elevadas. No Brasil, estes serviços deverão ser licitados somente no ano 2000.

41 Embora a demanda potencial para estes serviços seja composta por usuários de extrato social elevado, esta tecnologia permite o atendimento de áreas rurais e localidades isoladas onde quaisquer outros investimentos teriam custos proibitivos.

Atualmente, existem vários projetos para viabilizar a telefonia GMPCS, desenvolvidos por diferentes consórcios internacionais,⁴² destacando-se dois, que deverão estar disponíveis no Brasil em 1998: o *Iridium*⁴³ e o *Globalstar*.⁴⁴

A implementação destes serviços ainda está em fase inicial e exige regulamentação específica, pois também gera disputas entre fabricantes com relação à faixa de frequência destinada ao serviço. Além disso, para que os serviços GMPCS tenham abrangência mundial, é necessário que todos os países autorizem estes consórcios a utilizar faixas de frequência comuns.⁴⁵

4.5. Perspectivas: As Redes Digitais de Serviços Integrados

Fatores tecnológicos, interesses dos operadores e dos fabricantes, além de aspectos regulatórios, apontam para a constituição de redes digitais de serviços integrados (RDSI), capazes de promover a conexão universal entre as várias redes de diferentes serviços, com velocidade muito superior à das redes tradicionais.

O panorama tecnológico dos meios de transmissão – expansão significativa da capacidade de transmissão com base nas fibras ópticas e nos satélites – e as novas técnicas de comutação (ATM) e multiplexação (SDH) indicam uma integração crescente de serviços em redes de faixa larga (RDSI-FL), possibilitando capacidade multimídia (transmissão simultânea de voz, dados e imagens).⁴⁶

42 Para uma visão global dos diferentes projetos existentes, ver *Revista Telebrasil* (janeiro/fevereiro de 1996).

43 O consórcio *Iridium*, implementado pela Motorola em conjunto com diversas empresas, como a STET (Itália), a *Pacific Electric* (Estados Unidos), a *Inepar* (Brasil) etc., prevê investimentos totais de US\$ 1,6 bilhão para a construção de um cinturão mundial de 66 LEOs. Este projeto já obteve o protocolo da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), autorizando a operação dos serviços no Brasil, sendo que a previsão é de interligação de cerca de 150 mil usuários brasileiros até o ano 2000. O projeto *Iridium* pretende instalar 15 *gateways* mundiais (estações terrestres que fazem a interligação do satélite com o celular e as redes locais) com tecnologia TDMA. Um destes *gateways* está sendo construído no Brasil – nas instalações da Cosigua (Rio de Janeiro) – com investimentos de US\$ 70 milhões. Este projeto encontra-se em apreciação pelo BNDES e será o único ponto base do sistema na América do Sul e Caribe.

44 O consórcio *Globalstar* envolve investimentos da ordem de US\$ 2,2 bilhões para a utilização de 56 LEOs com base na tecnologia CDMA, prevendo-se a interligação de cerca de 100 mil usuários brasileiros até o ano 2000. Este projeto é liderado pela *Loral* (Estados Unidos) e conta com a participação de diversas empresas, dentre as quais se destacam as operadoras *Airtouch* (Estados Unidos), *France Telecom* (França) e *Hyundai* (Coreia) e as fabricantes de equipamentos *Alcatel* (França) e *Qualcomm* (Estados Unidos). Esta última empresa está investindo US\$ 30 milhões na construção de uma fábrica em Campinas (São Paulo), para a produção de celulares especiais para o serviço GMPCS. O projeto também prevê, inicialmente, a construção de dois *gateways* no Brasil, em Presidente Prudente (São Paulo) e em Montes Claros (Minas Gerais), com investimentos totais de US\$ 128,6 milhões.

45 Com este objetivo, a UIT promoveu, em abril de 1997, um memorando de entendimento – assinado por 32 consórcios – para disciplinar a exploração de satélites destinados às comunicações pessoais móveis [*Revista Telebrasil* (maio/junho de 1996)].

46 As RDSI-FL operam com velocidades superiores a 2 Mbps e são uma evolução tecnológica das redes digitais de serviços integrados em faixa estreita (RDSI-FE). Estas últimas operam até o limite de 2 Mbps e utilizam parte da rede telefônica digital para prestação de serviços de comunicação de dados. Segundo dados da UIT, as transmissões de dados e fax nas RDSI-FL (denominadas *infravias* ou super-redes de informação) são feitas, respectivamente, a uma velocidade de 23 e 26 vezes maior do que em uma rede tradicional [RNT (abril de 1997)].

A situação tecnológica atual dos sistemas de telecomunicações é bastante heterogênea, existindo uma diversidade de redes (superpostas e/ou paralelas) e de meios de transmissão (celulares, satélites, fibras ópticas etc.) com configurações digitais ou analógicas nas diferentes hierarquias de redes [Fagundes (1995)].

A difusão das RDSI-FL propiciará grandes economias de escala e de escopo ao possibilitar o transporte simultâneo dos diferentes tipos de serviços. Atualmente, ocorrem deseconomias em razão da prestação de serviços por redes separadas, gerando ineficiência no tráfego e uma certa ociosidade temporária dos canais.

A sofisticação crescente da demanda por serviços de valor adicionado vem incentivando as operadoras de telecomunicações a estender as redes digitais até a *last mile*. A convergência dos serviços de informática, radiodifusão e telecomunicações tem impulsionado um ritmo crescente da adoção da tecnologia digital, já que a oferta integrada destes serviços é incompatível com o uso de equipamentos analógicos.

Sob a perspectiva regulatória, mudanças recentes nos países desenvolvidos tendem a criar um ambiente propício para a viabilização econômica das RDSIs, a partir da eliminação das barreiras entre os diferentes segmentos de serviços, tais como aquelas existentes entre os setores de telecomunicações e de radiodifusão.⁴⁷

Entretanto, a viabilidade de uma rede única de telecomunicações depende de uma série de desafios tecnológicos. A digitalização do *last mile* é bastante custosa. Por outro lado, os equipamentos das operadoras de TV são unidirecionais (só transmitem e não recebem sinais dos telespectadores) e exigem a introdução de complexos sistemas de comutação para garantir a interatividade necessária para a oferta de serviços de telecomunicações [Revista Telebrasil (janeiro/fevereiro de 1997)].

A alternativa do acesso sem fio, isto é, telefonia fixa sem fio, permite às operadoras ampliar a oferta de serviços telefônicos e de valor adicionado sem incorrer nos elevados custos dos investimentos em acessos ópticos. Entretanto, sua utilização requer maior desenvolvimento da capacidade de gerenciamento de tráfego multimídia e da qualidade de transmissão de sinais. Por sua vez, as tecnologias com base em satélites atendem os quesitos de qualidade mas são muito dispendiosas [Revista Telebrasil (janeiro/fevereiro de 1997)].

47 Recentemente, o governo norte-americano sancionou uma nova lei de telecomunicações que acaba com a reserva de mercado das companhias de telecomunicações e TV a cabo, abrindo a competição entre elas. Ao mesmo tempo, foi aprovado um programa de digitalização das transmissões de TV que incentivará a introdução dos televisores digitais no mercado, permitindo que eles funcionem como fornecedores de uma série de serviços de telecomunicações.

A consolidação das RDSIs trará novos desafios aos fabricantes de equipamentos de telecomunicações, que terão de desenvolver novas tecnologias que considerem níveis crescentes de sinergias com os usuários e com os setores de informática e de radiodifusão.

5. O Novo Quadro Regulatório Brasileiro e as Inovações nos Serviços de Telecomunicações

O desenvolvimento de um instrumental regulatório adequado é fundamental para o estímulo à modernização do setor de telecomunicações no Brasil. Neste sentido, o governo vem promovendo uma reestruturação setorial objetivando atrair investimentos privados, reforçar o papel regulador do Estado e modernizar e expandir a infra-estrutura de telecomunicações [Bastos (1995)].

Este processo teve início em 1995, com a aprovação da emenda constitucional que flexibilizou o monopólio estatal das telecomunicações, e vem sendo implementado em duas etapas [Minicom (1997b)]: a primeira, iniciada com a Lei Mínima das Telecomunicações (Lei 9.295, de 19.07.96), estabeleceu os critérios para concessões ao setor privado de serviços restritos e de valor adicionado ainda não explorados e de elevada atratividade econômica, o que inclui a banda B de telefonia celular, para a qual já foram licitadas cinco áreas de concessão,⁴⁸ serviços via satélite, *trunking*, *paging* e outros que possibilitam a constituição de redes corporativas; e a segunda iniciou-se com a aprovação da Lei Geral das Telecomunicações (Lei 9.472, de 16.07.97), que estabeleceu os princípios do novo modelo institucional do setor, o que inclui a criação e a definição do papel da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), dos princípios do novo modelo tarifário, do Plano de Outorgas de Concessões⁴⁹ e, finalmente, das diretrizes para a modelagem e venda das empresas estatais.⁵⁰

48 As áreas já licitadas são as seguintes: área 1 (Grande São Paulo), área 2 (interior do Estado de São Paulo), área 7 (Acre, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal e Tocantins), área 9 (Bahia e Sergipe) e área 10 (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas). O resultado final para a área 2 depende de decisão do Superior Tribunal de Justiça.

49 O Plano de Outorgas será estabelecido por decreto, a ser publicado em breve, e deverá fixar parâmetros gerais para o estabelecimento da concorrência no setor, definir os serviços que serão fornecidos no regime público (aqueles prestados mediante concessão ou permissão e que estarão sujeitos a metas de universalização e de continuidade do serviço), fixar as regras básicas para as concessões futuras e definir as diretrizes regulatórias.

50 O governo decidiu que a privatização do Sistema Telebrás e da Embratel será antecedida da reestruturação setorial, prevista para ocorrer na seguinte forma: as 28 subsidiárias da Telebrás serão agrupadas em três empresas de telefonia fixa (a Telesp, a Tele-Norte/Nordeste/Leste e a Tele Centro-Sul); serão criadas nove empresas de telefonia celular da banda A (operada atualmente pelas subsidiárias da Telebrás); e a Embratel não será modificada. As empresas que operam na banda B será permitida a participação nos leilões de privatizações do Sistema Telebrás e da Embratel, previstos para ocorrerem no primeiro semestre de 1998, e vedada a participação nos leilões da banda A na mesma área de sua concessão.

Como desdobramento da Lei Geral das Telecomunicações, foram instituídos alguns decretos para a regulamentação de serviços de valor adicionado, do uso de satélites e do funcionamento da Anatel, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2
Regulamentação Recente dos Serviços de Telecomunicações

<i>Decretos</i>	<i>Matéria Regulamentada</i>
2.056, de 04.11.96	Serviço Móvel Celular
2.195, de 08.04.97	Serviço de Transporte de Sinais de Telecomunicações por Satélite
2.196, de 08.04.97	Serviços Especiais ^a
2.197, de 08.04.97	Serviços Limitados ^a
2.198, de 08.04.97	Serviços Públicos Restritos ^a
2.206, de 14.04.97	Serviço de TV a Cabo
2.238, de 07.10.97	Anatel

^a*Trata-se de serviços de interesse geral, não-abertos à correspondência pública, definidos segundo sua destinação: serviços especiais, para serviços de interesse coletivo (boletins meteorológicos, pesquisa científica etc.); serviços limitados, para grupos bem determinados de pessoas físicas ou jurídicas (apoio de serviços de transportes, segurança pública, trunking etc.); serviços públicos restritos, destinados ao uso de passageiros de veículos em movimento e para usuários em localidades ainda não atendidas por serviços públicos de comunicações (áreas rurais etc.) [Bastos, org. (1995)].*

A introdução, no Brasil, das inovações tecnológicas discutidas nas seções anteriores depende, entre outras coisas, da adequada utilização dos instrumentos regulatórios previstos pela Lei Geral das Telecomunicações, em especial da eficácia do Plano de Outorgas. Além de estabelecer metas de investimento,⁵¹ estes instrumentos devem preconizar, entre outras coisas, parâmetros de qualidade, atualização tecnológica e universalização dos serviços.

Junte-se a isso a necessidade de efetiva independência do órgão regulador, a Anatel, que se reveste de particular importância para que sejam atingidas a credibilidade e a eficiência das políticas regulatórias. O recém-publicado Decreto 2.238/97 garante estas condições à Agência ao estabelecer suas autonomias decisória e orçamentária, bem como a estabilidade de seus dirigentes.⁵²

Além disso, o escopo de atuação da Anatel será ampliado a partir de 1998, quando deverão estar sob sua responsabilidade os segmentos de rádio e TV. Com isto, o governo prevê a modificação de sua denominação para Agência Nacional de Comunicações (Anacom), medida que lhe propiciará instrumentos mais

51 A importância de níveis sustentados de investimentos para possibilitar o acesso às novas tecnologias de telecomunicações, por parte dos países em desenvolvimento, é destacada por Antonelli (1991) e Bastos (1995).

52 Os cinco conselheiros-diretores da Anatel foram empossados em 05.11.97 pelo presidente da República, após terem sido aprovados pelo Senado, com mandato fixo de cinco anos, vedada a recondução. Inicialmente, eles terão períodos de mandato diferenciados (três, quatro, cinco, seis e sete anos) cada um, para que ocorra a substituição de um diretor por ano.

adequados para regular a oferta de serviços de telecomunicações que tenham interface multimídia, isto é, som, voz, dados e imagem, e que, conforme discutido anteriormente, vêm sendo significativamente impulsionados pelos contínuos avanços tecnológicos.

É desejável que a consolidação deste quadro regulatório ampliado permita a exploração simultânea de multiserviços, tais como telefonia, radiodifusão, TV a cabo, Internet etc.:⁵³ por um lado, isto aumentará a complexidade da atividade regulatória, devido, entre outras coisas, à assimetria em relação às informações sobre os custos e os riscos da adoção de subsídios cruzados na oferta destes diferentes serviços, bem como a discriminação no acesso às redes de transmissão e o uso de práticas predatórias contra novos entrantes; e, por outro, ao quebrar as barreiras de entrada, a exploração de multiserviços potencializa o uso das novas tecnologias digitais e da RDSI, o que pode proporcionar importantes economias de escala e de escopo, além de aumentar a competição entre operadoras, beneficiando os consumidores finais.

A introdução e a difusão de inovações tecnológicas dependerá, também, dos estímulos regulatórios à competição nos diferentes segmentos de mercado, particularmente na prestação de serviços de telecomunicações e no suprimento de equipamentos. Nesse sentido, é fundamental a implementação, pelo Plano de Outorgas, do princípio de não-exclusividade de exploração das áreas de concessões, preconizado pela Lei Geral das Telecomunicações, o que estimulará a introdução de novas tecnologias e a busca de melhor atendimento ao usuário (melhores condições de preço e de qualidade).⁵⁴ Entretanto, o acirramento da competição nestes mercados exigirá especial atenção do regulador na padronização e na interconexão dos equipamentos, sistemas e redes das diversas operadoras de telecomunicações, para que não ocorra ineficiência econômica e incompatibilidade técnica com perdas de bem-estar para o usuário.⁵⁵

Finalmente, a Lei Geral das Telecomunicações prevê a criação de instrumentos de política creditícia, fiscal e aduaneira para incentivar a produção local de equipamentos de telecomunicações, bem como a criação de um Fundo para o Desenvolvi-

53 Para uma análise da importância do desenvolvimento de uma política regulatória que considere a interconexão entre os diferentes segmentos do setor de telecomunicações, ver Prochnik (1996). Como exemplo, a partir de dezembro de 1997, a operadora de TV a cabo do Distrito Federal (TV Multifilme) ofertará serviços de acesso à Internet para seus clientes [*O Globo* (01.12.97)].

54 O governo pretende, após a privatização, permitir, através de licitação, a entrada de três novas operadoras regionais de telefonia fixa e de uma concorrente para a Embratel. A intenção do governo é introduzir a livre concorrência em todos os segmentos, após um período de transição de três a cinco anos, no qual os mercados estarão protegidos e as tarifas reguladas.

55 Podem ser citadas como exemplo as negociações entre os consórcios vencedores da banda B e a Telebrás para a implantação de um sistema de monitoramento de *roaming* automático entre elas. Com isto, o usuário de uma área com tecnologia TDMA poderá comunicar-se com outro de uma área com tecnologia CDMA, bem como utilizar o seu aparelho quando se transferir de uma área para outra. Isto é necessário devido à ausência, atualmente, de exigência de padronização das tecnologias.

mento Tecnológico das Telecomunicações que, segundo o artigo 77 da Lei, terá o objetivo de “estimular a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, incentivar a capacitação dos recursos humanos, fomentar a geração de empregos e promover o acesso de pequenas e médias empresas a recursos de capital, de modo a ampliar a competição na indústria de telecomunicações”.

A implementação de instrumentos de incentivo à capacitação tecnológica é importante para o fortalecimento de alguns segmentos supridores do setor de telecomunicações, tendo em vista a sua acentuada dinâmica tecnológica e os eventuais riscos de desindustrialização em face da estratégia de investimento global das novas concessionárias, que deverão contar com a participação de operadoras estrangeiras.⁵⁶ Os gastos demandados para pesquisa e desenvolvimento e capacitação tecnológica são, quase sempre, elevados e de longo prazo, e as escalas do mercado interno podem ser, inicialmente, insuficientes para amortizar estes investimentos, o que deverá exigir atenção especial por parte dos agentes financeiros, em particular do BNDES, no apoio a projetos do setor.

O apoio financeiro do BNDES à expansão e modernização do setor de telecomunicações deve levar em conta, por um lado, a questão da atualização tecnológica dos investimentos e, por outro, a importância da capacitação tecnológica dos fabricantes de equipamentos para a contínua introdução de inovações, tendo em vista os impactos positivos da constante evolução da tecnologia e da diversificação dos serviços ofertados no setor sobre a economia em geral e o bem-estar social.

6. Considerações Finais

A convergência tecnológica dos segmentos do complexo eletroeletrônico com o setor de telecomunicações tem gerado inovações tecnológicas que vêm possibilitando a expansão do fornecimento de novos serviços pela rede telefônica tradicional (correio eletrônico, serviços bancários, fax, *paging* etc.) e por redes específicas (telefonia celular, *trunking* etc.).

Estes serviços intensivos em informação são viabilizados por técnicas digitais de transmissão e pela incorporação de *softwares* avançados nas redes e sistemas de telecomunicações, que permitem a redução dos custos e o aumento da capacidade e da velocidade de transmissão e processamento da informação.

56 Os editais de concessão para telefonia celular da banda B, por exemplo, exigem qualificação técnica na prestação de serviços similares ao licitado, o que obriga a formação de consórcios com a participação de operadoras estrangeiras, em face da incipiente iniciativa privada com tal experiência no Brasil. Para uma visão das principais estratégias competitivas das operadoras estrangeiras, ver Pires (1995).

Novas técnicas permitiram a transmissão conjunta de voz e dados, o que não era possível até recentemente nos sistemas de telecomunicações baseados nas técnicas analógicas de comutação. As instalações de transmissão também têm sido otimizadas, simplificadas e automatizadas com novas técnicas de multiplexação.

As redes de comunicação vêm sendo desenvolvidas para permitir a transmissão de uma quantidade cada vez maior de informações, em melhores padrões de qualidade e confiabilidade. Em particular, o segmento de transmissão de sinais em longa distância (interurbano e internacional) passa por um intenso ritmo de inovações, colocando à disposição das operadoras um conjunto de alternativas de meios de transmissão, com fio e sem fio. No caso das transmissões com fio, a tecnologia avança sua fronteira com a utilização da fibra óptica para a oferta simultânea de diferentes serviços. Nas transmissões sem fio, particularmente no caso dos satélites, inovações incrementais vêm aumentando a capacidade de transmissão dos satélites GEOs, bem como a aplicabilidade dos MEOs e LEOs, para suporte de telefonia móvel celular e transmissão de dados.

O segmento de telecomunicações celular tem sido alvo de uma intensa concorrência entre fabricantes. Sua evolução tecnológica é marcada pela miniaturização dos aparelhos, redução das células, sofisticação dos *softwares* de controle e resolução dos problemas de abrangência e qualidade das transmissões que, no futuro próximo, poderão realizar-se em âmbito mundial.

Uma grande transformação nas redes de telefonia básica poderá ocorrer com a incorporação da tecnologia celular à telefonia fixa, tornando desnecessários os cabos metálicos, sendo uma alternativa atraente para regiões de baixa densidade de usuários e áreas urbanas onde o cabeamento não foi ainda instalado.

O esforço tecnológico defronta-se hoje com novos desafios para viabilizar a oferta integrada de serviços de informática, radiodifusão e telecomunicações através de uma única rede digital de serviços integrados de faixa larga (RDSI-FL), cuja difusão depende de uma série de fatores econômicos e regulatórios.

A adoção e a expansão dos novos serviços de telecomunicações no Brasil estão previstas no Paste e irão requerer investimentos significativos tanto por parte dos fornecedores de equipamentos quanto das operadoras.⁵⁷ Estes investimentos, contudo, devem levar em conta a importância do processo de inovação tecnológica que permeia o setor. Sob esta ótica, deve-se avaliar a necessidade de oferta de condições adequadas de finan-

57 O Paste prevê investimentos da ordem de R\$ 69 bilhões (setembro de 1997) para o período 1997/2003 [Minicom (1997a)].

ciamento, particularmente por parte do BNDES, que considerem os investimentos em inovação tecnológica. Finalmente, a estreita relação entre a dinâmica tecnológica, a estrutura de mercado e a estratégia das operadoras requer que a regulamentação do setor seja flexível o suficiente para não inibir a introdução de inovações tecnológicas e, ao mesmo tempo, garantir a padronização necessária à compatibilidade das tecnologias e a escala dos investimentos.

Referências Bibliográficas

ANTONELLI, C. *The diffusion of advanced telecommunications in developing countries*. Development Center Studies/OCDE, 1991.

BARRADAS, O. *Você e as telecomunicações*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1995.

BASTOS, A. (org.). *Legislação brasileira de telecomunicações*. Ed. Thesaurus, 1995.

BASTOS, M. The telecommunication industry in Brazil: public private relationship and technology development. In: *Information technology for development*. United Nations, Autumn 1995.

BOAKYE, K. Telecommunications technologies: opportunities for development countries. In: *Information technology for development*. United Nations, Autumn 1995.

EMBRATEL. *Sistema básico de comunicações: transparências*. 1997.

FAGUNDES, J. *Serviços de telecomunicações: progresso técnico e reestruturação competitiva*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 1995 (Dissertação de Mestrado).

MELLO, P., et al. Panorama do setor de telecomunicações. Rio de Janeiro, BNDES Setorial, n. 2, nov. 1995.

_____. *Segmentos de fios e cabos telefônicos: o que muda a partir da fibra óptica*. Rio de Janeiro: BNDES, 1997 (Relato Setorial, 1).

MINICOM (Ministério das Comunicações). *Programa de recuperação e ampliação do sistema de telecomunicações e do sistema postal (Paste)*. 1997a.

_____. *Implementação da lei geral de telecomunicações – proposta básica, 23/10*. 1997b.

PASTORIZA, F. *Privatização na indústria de telecomunicações: antecedentes e lições para o caso brasileiro*. Rio de Janeiro: BNDES, 1996 (Texto para Discussão, 43).

PIRES, J. C. *Reestruturação mundial dos setores de eletricidade e telecomunicações: lições para o Brasil*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 1995 (Relatório de Pesquisa).

PROCHNIK, V. A difusão dos serviços de telefonia no Brasil: uma oportunidade que está sendo perdida. *Revista Economia Empresa*, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 87-95, jul./set. 1996.

REVISTA LINK, ano 2, n. 22, ago. 1997.

RNT (Revista Nacional de Telecomunicações), números diversos, 1996 e 1997.

REVISTA TELEBRASIL, números diversos, 1996 e 1997.

TELEBRASIL. *Anais do XXIX painel: o futuro dos sistemas celulares*. 1994.

TELECOM, Jornal de Telecomunicações, números diversos, 1996 e 1997.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Av. República do Chile, 100
CEP 20139-900 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-2615

FINAME – Agência Especial de Financiamento Industrial

Av. República do Chile, 100 – 17º andar
CEP 20139-900 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-7909

BNDESPAR – BNDES Participações S.A.

Av. República do Chile, 100 – 20º andar
CEP 20139-900 – Rio de Janeiro – RJ
Telex: (21)34110/21857 – Tel.: (021) 277-7447
Fax: (021) 220-5874

Escritórios**Brasília**

Setor Bancário Sul – Quadra 1 – Bloco E
Ed. BNDES – 13º andar
CEP 70076-900 – Brasília – DF
Telex: (61) 1190 – Tel.: (061) 223-3636
Fax: (061) 225-5179

São Paulo

Av. Paulista, 460 – 13º andar
CEP 01310-904 – São Paulo – SP
Telex: (11) 35568 – Tel.: (011) 251-5055
Fax: (011) 251-5917

Recife

Rua Antonio Lumack do Monte, 96 – 6º andar
Ed. Empresarial Center II
CEP 51020-350 – Recife – PE
Tel.: (081) 465-7222
Fax: (081) 465-7861

Belém

Av. Presidente Vargas, 800/1007
CEP 66017-000 – Belém – PA
Tel.: (091) 216-3540
Fax: (091) 222-1965

BBS/BNDES

277-6868

Internet

<http://www.bndes.gov.br>
