



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA INDUSTRIAL**

MICHELE CRISTINA SILVA MELO

**TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: A
TECNOLOGIA VoIP**

**FLORIANÓPOLIS
2008**

Michele Cristina Silva Melo

TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: A
TECNOLOGIA VoIP

Dissertação apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para a obtenção
do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Silvio Antônio Ferraz Cário, Dr.

Florianópolis
2008

Melo, Michele Cristina Silva.

Trajetória Tecnológica do setor de telecomunicações no Brasil: a tecnologia VoIP.
Michele Cristina Silva Melo. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.

Dissertação (Mestrado em Economia – UFSC – Centros Sócio-Econômico – Programa de Pós-Graduação em Economia/PPGE, 2008).

Bibliografia.

Inclui Anexos.

1. Trajetória Tecnológica 2. Paradigma Tecnológico 3. Telecomunicações

TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL: a tecnologia VoIP.

Michele Cristina Silva Melo

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Economia (Área de Concentração Economia Industrial) e aprovada, na sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia – Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Dr. Roberto Meurer
Coordenador do Curso

Apresentada à Comissão Examinadora integrada pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Silvio Antônio Ferraz Cário (Orientador) – PPGE/UFSC

Profª. Ana Paula de Macedo Avellar (Membro Titular) – IE/UFU

Prof. José Antônio Nicolau (Membro Titular) – PPGE/UFSC

Prof. Luís Carlos de Carvalho Júnior (Membro Suplente) – PPGE/UFSC

*Você não poderá resolver
os problemas que tem hoje
pensando da mesma maneira que
você pensava quando os provocou.*
Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Silvio pelo tempo e disposição dedicados ao longo do curso. Pelas aulas, necessárias à formação básica; pela orientação, fundamental para a conclusão deste trabalho; e, pelos conselhos, responsáveis pela aprovação no Doutorado.

Aos professores que aceitaram compor a banca de defesa, pela disponibilidade.

Agradeço o apoio recebido durante o curso de duas fontes primordiais: minha família, meu pai, Benedito, minha mãe, Benedita, e meus irmãos, Thiago e Diego, e também das pessoas que me acolheram durante a graduação e na torcida nesta nova etapa, meus tios, Célia e Silvio, e minhas primas, Silvia, Ligia e Flávia. Minha mais sincera gratidão à estas pessoas, que mesmo sem compreender a necessidade de cursar o Mestrado em Florianópolis, tão longe de casa, não deixaram um dia sequer de torcer pela finalização deste trabalho.

Ao Departamento de Pós-Graduação em Economia e professores do curso e ao Órgão Financiador, CAPES, pela estrutura oferecida e pelo apoio financeiro durante o curso, respectivamente.

À Evelise, pelos conselhos, acadêmicos ou não, pelos almoços, pela ajuda com as questões de matrículas e disciplinas e pelas longas horas de conversa jogada fora.

As amizades feitas, essenciais para suportar o tempo passado aqui em Florianópolis, fosse estudando, discutindo economia ou conversando amenidades. Posso não lembrar de todos, mas: Valéria, Cleiton, Ricardo (Industrial), Ricardo (Finanças), André, Carla, Walter, Gustavo, Gabriel, Glaiisson e Nathan.

Aos antigos amigos: pela acolhida nas diversas viagens para esquecer a dissertação (Rômulo, Fernando e Neto); pelas visitas à “Ilha da Magia” (Rômulo, Fernanda e Ary); pela contribuição ao desenvolvimento da dissertação em longas conversas pelo MSN (Rômulo, Fernando e Neto), ou mais longas ainda pelo telefone (Marcos, Ana e Neto); aos amigos de Uberlândia, presentes nas confraternizações para relembrar tempos de faculdade, programar viagens à Florianópolis e discutir minha dissertação (Cláudia e Diogo); e principalmente, ao Marcos e a Ana por me aturarem no Rio durante as provas do Doutorado.

Às empresas entrevistadas, pelo tempo disponibilizado e pelo auxílio no que foi necessário para realizá-lo.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo analisar a trajetória tecnológica do setor de telecomunicações. A partir do referencial teórico sobre paradigmas e trajetórias tecnológicas, analisa-se a composição atual do setor e a evolução dos padrões tecnológicos vigentes. As vantagens e desvantagens obtidas com as novas tecnologias que se tornaram dominantes, em detrimento das anteriores, também são apontadas no trabalho. Destaque maior é dado para a tecnologia conhecida como VoIP, cujo desenvolvimento recente tem gerado grandes impactos no setor, tanto em termos de mudanças no formato de fornecimento de serviços e a criação de novas oportunidades de negócios, quanto no modelo de regulação. Os resultados obtidos a partir da pesquisa de campo, realizada com quatro grandes empresas fornecedoras de equipamentos do setor, apontam as expectativas positivas de crescente utilização desse novo padrão. Apontam, inclusive, que para os próximos anos, suas principais fontes de receita serão provenientes de mercados abertos por esta nova tecnologia.

Palavras-Chave: Trajetória tecnológica, Paradigma Tecnológico, Telecomunicações.

ABSTRACT

This academical work has as objective to analyze the technological trajectory of the sector of telecommunications. In this way, taking use of the literature about paradigms and technological trajectories, it is analyzed current composition of the sector and the evolution of the effective technological standards. The advantages of disadvantages gotten with the new technologies that if had become dominant, in detriment of the previous ones, also are pointed in the work. Bigger prominence is given for the known technology as VoIP, whose recent development has generated great impacts in the sector, as much in terms of changes in the format of supply of services and the creation of new business-oriented chances, how much in the regulation model. The results gotten from the research of field, carried through with four great equipment supplying companies of the sector, point the positive expectations of increasing use of this new standard. They point, also, that for the next years, its main prescription sources will be proceeding from markets opened for this new technology.

Word-Key: Technological Trajectory, Technological Paradigm, Telecommunications.

Sumário

Lista de Tabelas	12
Lista de Quadros	15
Lista de Figuras.....	16
Lista de Abreviaturas e Siglas	18
INTRODUÇÃO	21
1.1 – Problema de Pesquisa	21
1.2 – Objetivos	24
1.2.1 – Objetivo Geral	24
1.2.2 – Objetivos Específicos	24
1.3 – Hipótese	24
1.4 – Metodologia	24
1.5 – Estrutura do Trabalho	26
CAPÍTULO 1 - INOVAÇÃO, TRAJETÓRIA E PARADIGMA TECNOLÓGICO	28
1.1 - Introdução	28
1.2 – A Contribuição de Schumpeter	28
1.3 – A visão neo-schumpeteriana	32
1.3.1 – O debate sobre <i>Technology-Push</i> e <i>Demand-Pull</i>	32
1.3.2 – Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas	35
1.3.3 - Regimes Tecnológicos.....	38
1.3.4 – A noção de Rotina, Busca e Seleção	43
1.4 – A questão do aprendizado e formas de conhecimento	46
1.5 – Padrões Setoriais de Inovação.....	54
1.6 – Estratégias Tecnológicas.....	57
1.7 – Inovação e estrutura de mercado	59
1.8 - Síntese Conclusiva	62
CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS DO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	63
2.1 – Introdução	63
2.2 – O Paradigma da Tecnologia da Informação e Comunicação.....	63
2.3 - A importância do segmento de TI.....	68
2.4 - Cenário Internacional de TIC	72

2.4.1 - A dinâmica mundial do Setor de TIC.....	74
2.4.2 - O setor de telecomunicações.....	82
2.5 - O setor de Telecomunicações no Brasil	87
2.5.1 - A Lei Geral de Telecomunicações e a Anatel.....	93
2.5.2 - O Mercado de Telecomunicações no Brasil	96
2.6 - Síntese Conclusiva	106
CAPÍTULO 3 – A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES	109
3.1 – Introdução	109
3.2 - O Modelo POTS e o sistema telefônico	109
3.3 - A introdução do processo de digitalização	113
3.4 - A comunicação de dados e a comutação de pacotes.....	118
3.5 - O desenvolvimento dos serviços móveis.....	124
3.5.1 – AMPS (<i>Advanced Mobile Phone System</i>) e TDMA (<i>Time Division Multiple Access</i>)	127
3.5.2 – GSM (<i>Global System for Mobile Communications</i>).....	128
3.5.3 – CDMA (<i>Code Division Multiple Access</i>)	130
3.5.4 – GPRS (<i>General Packet Radio Service</i>)	131
3.5.5 - EDGE (<i>Enhanced Data for GSM Evolution</i>).....	132
3.5.6 - UMTS (<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>)	133
3.6 - Desenvolvimento Internet	135
3.7 - O Modelo PANS	138
3.8 - A nova Rede	142
3.9 - Síntese Conclusiva	144
CAPÍTULO 4 – A TECNOLOGIA VoIP	147
4.1 – Introdução	147
4.2 – Limites da rede de telefonia convencional e o desenvolvimento do TCP/IP	147
4.3 – O surgimento do VoIP	151
4.4 – Protocolos da rede VoIP	158
4.5 – A qualidade do serviço	159
4.6 – Regulação dos serviços de VoIP	160
4.7 – Limites da Tecnologia VoIP	162
4.8 – O mercado de VoIP	165
4.9 – A posição das Operadoras de Telecomunicações	168
4.9.1 – Fusões e Aquisições.....	168

4.9.2 – VoIP	172
4.9.3 – IPTV e Redes sem fio	175
4.9.4 – Produtos Convergentes	177
4.9.5 – Telefonia Móvel	179
4.10 – Síntese Conclusiva.....	181
CAPÍTULO 5 – PERSPECTIVAS PARA O SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES	184
5.1 – Introdução	184
5.2 – Apresentação das Empresas Pesquisadas	184
5.3 – Características Gerais de Produção e Comercialização.....	186
5.4 – Introdução de Inovações e Capacitação.....	189
5.5 – Atividades de Cooperação	193
5.6 – Expectativas de Investimento.....	196
5.7 – Perspectivas VoIP e Novos Cenários	199
5.8 – Síntese Conclusiva.....	200
CONCLUSÃO	203
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207
ANEXOS	220
ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO	220

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Complexidade e Evolução dos Circuitos Integrados de 1971 a 2005.....	70
Tabela 2 – Distribuição do Mercado Mundial de Tecnologia da Informação e Comunicação para países selecionados em 2003 - em %.....	76
Tabela 3 – Mercado Mundial de Tecnologia da Informação e Comunicação por segmentos em 2003 - em %.....	76
Tabela 4 - Dispêndio TIC de 2000 a 2005 por regiões (em US\$ milhões).....	77
Tabela 5 – Balança Comercial dos Serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação para países selecionados nos anos de 1996 e 2002 – em US\$ milhões.....	77
Tabela 6 – Participação do Valor Adicionado de Tecnologia da Informação e Comunicação no setor de serviços para países selecionados no ano 2000 - em %.....	78
Tabela 7 – Participação dos produtos manufaturados de Tecnologia da Informação e Comunicação no total de Produtos Manufaturados para países selecionados no ano de 2000 - em %.....	79
Tabela 8 – Países representados nas 250 maiores firmas de Tecnologia da Informação e Comunicação entre 2000 e 2005 – em US\$ milhões.....	81
Tabela 9 – As 250 maiores firmas de Tecnologia da Informação e Comunicação por setores em 2005 – em US\$ milhões.....	82
Tabela 10 – Índice de Linhas de Telefone Fixo e Móvel Mundial entre 1994 e 2004 - por 100 habitantes.....	85
Tabela 11 – As 10 maiores firmas mundiais de Serviços de Telecomunicações – em US\$ milhões.....	86
Tabela 12 – Faturamento da Indústria Eletroeletrônica por Área no Brasil entre 2000 e 2006 – em R\$ milhões.....	97
Tabela 13 – Crescimento da Receita e Receita das maiores operadoras de telefonia fixa comutada no Brasil em 2005 – em R\$ mil.....	99
Tabela 14 – Market Share das operadoras concessionárias e autorizadas de telefonia fixa no Brasil entre 2004 e 2006 – em %.....	100
Tabela 15 – Crescimento da Receita e Receita das maiores operadoras de telefonia móvel no Brasil em 2005 – em R\$ mil e %.....	100
Tabela 16 – Saldo Comercial de Telecomunicações* no Brasil de 1999 a 2007 – em US\$ milhões.....	102

Tabela 17 – Balança Comercial de Componentes de Telecomunicações no Brasil de 2003 a 2006 – em US\$ milhões	102
Tabela 18 – Receita Líquida Mundial dos Principais Fornecedores para Operadoras – em US\$ bilhões	103
Tabela 19 – Celulares por Tecnologia no Brasil em 2006 e 2007.....	106
Tabela 20 – Aparelhos celulares por tecnologia no mundo entre 2005 e 2007 – em milhões e %	127
Tabela 21 – Total de Conexões Banda Larga no Brasil entre 2002 e 2007 – em milhares....	162
Tabela 22 – População por Classe de Renda no Brasil entre 2001 e 2006 – em %.....	163
Tabela 23 – ICMS de Serviços de Comunicações no Brasil entre 2001 e 2007 – em R\$ bilhões e %.....	163
Tabela 24 – Residência com Acesso Banda Larga e com VoIP para Países Selecionados – em %	165
Tabela 25 – Número de Assinantes de Telefonia Fixa VoIP no Brasil entre 2005 e 2007 – em milhares	166
Tabela 26 – Provedores de Telefonia Fixa VoIP no Brasil em 2007.....	166
Tabela 27 – Expectativas do Mercado Global de Serviços de Valor Adicionado em Banda Larga para 2009 – em US\$ bilhões.....	167
Tabela 28 – Resultado do Leilão da Tecnologia Móvel 3G para o Brasil por Lotes Realizado em Dezembro de 2007.....	181
Tabela 29 – Importância Atribuída pelas Empresas Entrevistadas às Vantagens Oferecidas aos Clientes.....	188
Tabela 30 – Características das Relações Comerciais com Clientes Locais em 2007.....	189
Tabela 31 – Introdução de Inovações nas Empresas Fornecedoras de Equipamentos de Telecomunicações entre 2005 e 2007	190
Tabela 32 – Tipos de Atividade Inovativa Desenvolvida pelas Empresas Fornecedoras de Equipamentos em 2007	191
Tabela 33 – Atividades de Treinamento e Capacitação realizadas pela empresa entre 2005 e 2007.....	192
Tabela 34 – Fontes de Informação para o Aprendizado entre 2005 e 2007.	193
Tabela 35 – Principais Parceiros em Atividades de Cooperação Realizadas entre os Anos de 2005 e 2007.....	194
Tabela 36 – Tipo de Cooperação Realizada Entre Matrizes e Filiais entre 2005 e 2007.....	195

Tabela 37 – Avaliação dos Resultados das Ações Cooperativas Realizadas pelas Empresas Entrevistadas entre 2005 e 2007	195
Tabela 38 – Expectativas de Investimentos para os Próximos Cinco Anos pelas Empresas Fornecedoras de Equipamentos para Telecomunicações	196
Tabela 39 – Expectativa de Fontes de Receita para os Fornecedores de Equipamentos para Telecomunicações para os Próximos Cinco Anos	198
Tabela 40 – Avaliação das Oportunidades Abertas pelo Avanço da Evolução Tecnológica por Parte dos Fornecedores de Equipamentos para Telecomunicações.....	198

Lista de Quadros

Quadro 1 – Estratégias Tecnológicas em Vários Regimes Tecnológicos	42
Quadro 2 – Dados, Informações e Conhecimento	49
Quadro 3 – Vantagens e Desvantagens do Conhecimento Tácito e Explícito	51
Quadro 4 – Estratégias Tecnológicas de Freeman	59
Quadro 5 – Principais características dos sucessivos paradigmas tecno-econômicos	66
Quadro 6 - Principais características do novo paradigma da tecnologia da informação e comunicação	67
Quadro 7 – Argumentos de sustentação da “Visão Consensual” na indústria de Telecom.	84
Quadro 8 – Etapas das Reformas no Setor de Telecomunicações no Brasil	91
Quadro 9 – Privatização no setor de Telecomunicações – Telefonia Fixa	92
Quadro 10 – Segmento de Atuação das principais Operadoras no Brasil.....	104
Quadro 11 – Combinações de Orientação e Confiabilidade na camada de Rede do Modelo OSI (<i>Open Systems Interconnect</i>).....	122
Quadro 12 – Modelo de Camadas de Fransman para a Velha Indústria de Telecomunicações... ..	141
Quadro 13 – Modelo de Camada de Fransman para a Nova Indústria de Telecomunicações	141
Quadro 14 – Vantagens e Desvantagens dos Modelos de Telefonia Fixa	144
Quadro 15 – Principais Vantagens e Desvantagens dos Padrões Tecnológicos de Telefonia Celular	145
Quadro 16 – Principais Características da Rede de Telecomunicações Tradicional e da Rede de Telecomunicações VoIP Sobre Banda Larga.....	151
Quadro 17 – Características Telefonia Convencional x Telefonia VoIP no Brasil	156
Quadro 18 – Principais Vantagens e Desvantagens da Tecnologia VoIP	164
Quadro 19 – Posições das Operadoras de Telecomunicações Frente ao Novo Cenário de Convergência.	183
Quadro 20 – Principais Produtos Comercializados em 2007 no Brasil por Empresas Entrevistadas.....	186
Quadro 21 – Principais Destinos da Produção das Empresas Entrevistadas.....	187
Quadro 22 – Principais Matérias-Primas Utilizadas na Produção	187

Lista de Figuras

Figura 1 – Espiral do Conhecimento.....	53
Figura 2 – Tecnologia da Informação	65
Figura 3 – Matriz de TI – Exemplo de armazenamento de dados	69
Figura 4 – Ciclo de vida de tecnologias em TI.....	71
Figura 5 – Cenário de Convergência.....	75
Figura 6 – Percentual da Renda de TIC gasta em P&D para países da OCDE - em %.....	80
Figura 7 – Dados do setor de telecomunicações nos países da OCDE em US\$ milhões.....	83
Figura 8 – Modelo de operação atual da cadeia de telecomunicações brasileira	98
Figura 9 – Acesso em serviço no Brasil - em milhões.....	103
Figura 10 – Acessos móveis em serviço no Brasil de 1997 a 2007 - em milhões.....	105
Figura 11 – Evolução do Celular “Pré-Pago” no Brasil de 1998 a 2007 - em %	105
Figura 12 – Modelo POTS (<i>Plain Old Telecommunications Services</i>)	110
Figura 13 – Partes Básicas de um Sistema Telefônico.....	111
Figura 14 – Centrais Locais, Tandem e Trânsito.....	112
Figura 15 – Central CPA-A.....	114
Figura 16 – Central CPA-T.....	115
Figura 17 – Processo de Digitalização do Sinal de Voz	115
Figura 18 – Formação de Grupo Primário (a) e Grupo Secundário (b) FDM.	116
Figura 19 – Formação de um SuperGrupo FDM.....	117
Figura 20 – Formação de um Sistema de Primeira Ordem TDM.....	117
Figura 21 – Processo de Multiplexação TDM em seus Vários Níveis Hierárquicos de Agrupamento PDH para Redes Digitais.....	118
Figura 22 – Modelo OSI de Sete Camadas.....	120
Figura 23 – Redução dos Preços por Acesso Digital com a Entrada do Trópico-RA (US\$).	124
Figura 24 – Topologia Celular Móvel.....	125
Figura 25 – Sistema AMPS	126
Figura 26 – Evolução das Tecnologias de Telefonia Celular.....	126
Figura 27 – Arquitetura GSM.....	129
Figura 28 – Aumento da Eficiência com EDGE na Rede	132
Figura 29 – Arquitetura UMTS	133
Figura 30 – Celulares 3G no mundo entre 2003 e 2007 – em milhões.....	135

Figura 31 – Acesso Básico RDSI.....	136
Figura 32 – Arquitetura da Rede ADSL.....	137
Figura 33 – Modelo PANS (Pretty Amazing New Services)	139
Figura 34 - Estrutura do Setor de Telecomunicações nos Modelos POTS e PANS.....	140
Figura 35 – Arquitetura NGN.....	143
Figura 36 – Esquema de Funcionamento de VoIP – Computador a Computador.....	153
Figura 37 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Computador a Telefone Comum.....	153
Figura 38 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Telefone IP a Telefone Comum.....	154
Figura 39 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Adaptador ATA a Telefone Comum...	155
Figura 40 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Telefone IP a Telefone IP	156
Figura 41 - Arquitetura de Rede para Telefonia IP.....	157
Figura 42 – Protocolos Utilizados na Telefonia VoIP	159
Figura 43 – Cenário Hipotético para Fusões no Setor de Telecomunicações no Brasil em 2008 – em %.....	172

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.

ADSL - *Asymmetric DSL*.

AMPS - *Advanced Mobile Phone System*.

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.

ATM – *Asynchronous Transfer Mode*

AUC - Centro de Autenticação.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico-Social.

BSC - *Base Station Controller*.

BSS - *Base Station System*.

BTS - *Base Transceiver Station*.

CBT – Código Brasileiro de Telecomunicações.

CCC - Central de Comutação e Controle.

CCITT - *Consultive Committee for International Telegraph and Telephone*.

CDMA - *Code Division Multiple Access*.

CDMA IS - *Code Division Multiple Access Interim Standard*.

CITEL - Comissão Interamericana de Telecomunicações.

CN - *Core Network*.

CPA – Controle por Programa Armazenado.

CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento.

DSL – *Digital Subscriber Line*.

DTH – *Direct to Home*.

ECCIB - Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil

EDGE - *Enhanced Data for GSM Evolution*.

EIR - *Equipment Identity Register*.

ERB – Estação Rádio Base.

ESN - Número de Série Eletrônico.

EU - *User Equipment*.

FCC - *Federal Communications Commission*.

FDM - Multiplexação por Divisão de Frequência.

FTP - *File Transfer Protocol*.

GC - *Gateway controller*.

GK – *Gatekeeper*.

GSM - *Global System for Mobile Communications.*

GW - *Gateway.*

HLR - *Home Location Register.*

HPCC - *High Performance Computing and Communications.*

HSDPA - *High Speed Downlink Packet Access.*

HSUPA - *High Speed Uplink Packet Access.*

IAB – *Internet Activity Board.*

IBGE – *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*

IMEI - *Identidade Internacional do Equipamento Móvel (International Mobile Station Equipment Identity).*

IMTS - *Improved Mobile Telephone System.*

IMSI - *Identidade Internacional do Assinante Móvel (International Mobile Subscriber Identity).*

IP – *Internet Protocol.*

IPTV – *Internet Protocol TV.*

ISDN - *Integrated Services Digital Network.*

ITS - *International Telecommunications Society.*

ITU - *International Telecommunications Union*

LDI – *Longa Distância Internacional.*

LDN – *Longa Distância Nacional.*

LGT – *Lei Geral de Telecomunicações*

MC – *Ministério das Comunicações.*

MCT – *Ministério da Ciência e Tecnologia.*

MCU - *Multipoint Control Unit.*

MEGACO - *Media Gateway Control Protocol.*

MGCP - *Media Gateway Control Protocol.*

MIN - *Mobile Identification Number.*

MMS - *Serviços de Mensagem Multimídia.*

MPLS – *Multi Protocol Label Switching.*

MS – *Estação Móvel.*

MSC - *Mobile Services Switching Centre.*

NCP - *Network Control Protocol.*

NGN - *Next Generation Networks.*

NII - *National Information Infrastructure.*

NSF - *National Science Foundation.*

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

OMC- *Operational and Maintenance Center.*

OSI - *Open Systems Interconnect.*

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.

PANS - *Pretty Amazing New Services.*

PASOO – Plano Alternativo de Serviço de Oferta Obrigatória

PCM - *Pulse Code Modulation.*

PDH - Hierarquia Digital Plesiócrons.

PGO – Plano Geral de Outorgas

POTS - *Old Telecommunications Services.*

PPB – Processo Produtivo Básico.

PTE – Paradigma Tecno-Econômico.

QAM - Técnicas de modulação de amplitude em quadratura.

RFC – *Request for Comments.*

RGI – Regimento Geral de Interconexão

RNP - Rede Nacional de Pesquisa.

RTCP - *Real Time Transport Control Protocol.*

RTP - *Real Time Transport Protocol.*

SIP - *Session Initiation Protocol.*

SMS - Serviços de Mensagens Curtas.

SNA - *Systems Network Architecture.*

SNT – Sistema Nacional de Telecomunicações.

STFC – Sistema Telefonia Fixa Comutada.

TCP - *Transmission Control Protocol.*

TDMA IS - *Time Division Multiple Access Interim Standard.*

TI – Tecnologia da Informação.

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação.

TUP - Terminal de Uso Público.

UIT – União Internacional de Telecomunicações

UMTS - *Universal Mobile Telecommunication System.*

VoIP – Voz sobre Protocolo de Internet.

VLR - *Visitor Location Register.*

WCDMA - *Wideband Code Division Multiple Access.*

INTRODUÇÃO

1.1 – Problema de Pesquisa

No período pós-privatização do setor de telecomunicações, pós-1998, a atuação das próprias operadoras de telefonia fixa foi marcada pela forte onda de investimentos como forma de atender aos pontos fixados pela agência reguladora, com relação à universalização dos serviços e à construção da infra-estrutura necessária. A estratégia adotada pelas operadoras de telecomunicações, ao invés da tática de crescer ocupando novos espaços, preferiram a tentativa de entrar no segmento de telefonia de longa distância, disputando clientes com a Embratel.

No entanto, tal estratégia vem sendo colocada em xeque nos dias atuais, na medida em que a guerra travada pelas operadoras de telefonia fixa fez com que houvesse uma redução nos preços das tarifas, e o segmento passou a sofrer fortes pressões de três fontes: (a) a primeira ocorre por conta das operadoras de telefonia móvel que ampliaram sua participação no mercado de 8% em 1999 para aproximadamente 30% em 2004 (TELECOM, 2006); (b) a outra fonte de pressão é o surgimento e a difusão da telefonia IP, ou como aponta Sá (2006), o VoIP é uma revolução importante para as empresas deste setor, que começa a ganhar força, a médio e longo prazos; (c) com o novo cenário de convergência tecnológica, os novos investimentos com este objetivo ganham força entre as operadoras como forma de não perder participação no mercado.

Ressalta-se neste contexto, como de extrema importância, a questão da convergência tecnológica. Tal tendência trará impactos significativos para todo o segmento de tecnologia da informação e comunicação para os próximos anos, mediante as novas oportunidades de mercado que se desenvolvem: a tecnologia VoIP, que através de redes IP permite a transmissão de sinais de voz em tempo real na forma de pacote de dados, diminuindo os custos das ligações internacionais, interurbanas e até mesmo locais; o desenvolvimento do padrão 3G da telefonia móvel, com acesso à internet e comunicação de dados de forma mais veloz e com novos serviços disponibilizados; as novas tecnologias de acesso à internet, com e sem fio, com maiores capacidades de transmissão; a IPTV, isto é, a transmissão de sinais de TV pelo canal de banda larga e a TV digital; e a tendência atual de fornecer diversos serviços em um único pacote.

Um dos setores mais afetados por esta nova tendência de convergência tecnológica será o setor de telecomunicações, tido como um dos principais componentes do setor de tecnologia da informação e comunicação. Seu impacto, no caso brasileiro, pode ser sentido pelas discussões sobre o novo padrão digital que foi adotado no país. Outra questão já em pauta, agora no cenário mundial, é o novo padrão para os formatos de DVD's¹.

O desenvolvimento de novas redes *wireless* pode estimular ainda mais a venda de computadores pessoais, principalmente os portáteis (*notebooks* e *palmtops*). Outro segmento ainda pouco explorado e que pode ganhar força é o da telemetria. Telemetria é um segmento da computação móvel que permite monitorar dados a distância, a partir de dispositivos de computação móvel.

Com o aumento do acesso à rede/internet, os serviços prestados também sofrerão fortes aumentos, como vendas on-line, telefonia IP, entre outros. O desenvolvimento do segmento digital pode garantir o acesso à informação, entretenimento e comércio eletrônico pela internet.

Um dos principais impactos, entretanto, já está ocorrendo com os setores de telefonia fixa e móvel com a utilização das redes IP, ou VoIP, para a realização de chamadas de longa distância e interestaduais. A tecnologia VoIP foi desenvolvida em 1995, como prova de conceito, e foi gradualmente tornando-se uma tecnologia madura para a difusão no mercado. Os primeiros testes ocorreram em 1998 em empresas americanas, sendo a tecnologia ajustada propiciando o surgimento de novas aplicações.

Valendo-se dos dados disponibilizados por Tude (2006) obtidos da Consultoria Point-Topic, tem-se que o número de assinantes de serviço telefônico VoIP na internet no mundo atingiu a marca de 18,7 milhões em 2005, o que representa 1,5% do total de telefones fixos. Segundo o Relatório da Consultoria IDC (apud FORBES, 2007), o número de assinantes residenciais de VoIP deve crescer de 10,3 milhões em 2007 para 44 milhões de usuários em 2010, número que simboliza 62% dos usuários residenciais de banda larga.

No modelo vigente, a operadora de telefonia, seja fixa ou celular, provê o acesso e o serviço telefônico. No caso da telefonia fixa tradicional, paga-se uma taxa mensal com direito a determinada quantidade de minutos em ligações, de acordo com o plano escolhido pelo usuário. No modelo mais simples oferecido pela tecnologia VoIP, as prestadoras oferecem apenas o serviço telefônico VoIP (número telefônico, completamento de chamadas, serviços

¹ Duas tecnologias podem substituir os atuais DVD: de um lado, o BluRay desenvolvido pela Sony e, de outro o HD-DVD desenvolvido pela Toshiba. O BluRay tem maior capacidade, podendo armazenar mais dados, além de já estar no mercado. O HD-DVD somente deverá chegar ao mercado em 2008, entretanto, seus defensores afirmam que sua tecnologia é melhor para o armazenamento de vídeos de alta definição.

de correio de voz, entre outros) prestado na internet, bastando ao usuário ter contratado uma conexão de banda larga para utilizar o serviço, sem a necessidade de pagamentos de taxas mensais. O pagamento de taxas mensais na tecnologia VoIP somente é realizado quando o usuário necessita obter um número de retorno, ou seja, também é possível receber chamadas pelo computador. Porém, somente as operadoras, tradicionais ou virtuais, autorizadas pela Anatel podem disponibilizar números telefônicos.

O serviço VoIP costuma ser oferecido como serviços adicionados por empresas como a *Skype*, na internet. Tais empresas não estão sujeitas às metas de qualidade e obrigações de universalização. Também não possuem necessidade de dispor de uma infra-estrutura de rede própria, já que seu tráfego é cursado sobre as redes das concessionárias ou de suas concorrentes que dispõem de redes físicas próprias.

Como serviço de valor adicionado, a VoIP também não está sujeita às regras tarifárias do serviço telefônico, e seus provedores têm ampla liberdade de preço. A consequência é a oferta de comunicação por voz a preços bem mais baixos do que aqueles praticados pelas empresas de telefonia convencional. Por exemplo, uma ligação para Nova York utilizando uma *softphone* com tecnologia VoIP pode custar apenas R\$ 0.05, enquanto que o custo da ligação via operadora tradicional seria o equivalente a R\$1.07.

Dessa forma, como destacam Oliveira e Loural (2005), enquanto existia um oligopólio forte e regulamentado, não havia possibilidades reais de entrada de novos concorrentes, o que permitia às operadoras determinar, em conjunto com os órgãos reguladores, tanto o modelo de tarifação como o preço a ser praticado.

Neste contexto, o presente estudo procura responder as seguintes questões:

1. Qual é a trajetória tecnológica estabelecida pela tecnologia VoIP e pelo setor de telecomunicações?
2. Quais são as mudanças provocadas no setor de telecomunicações com a introdução da tecnologia VoIP?
3. Qual é o impacto da tecnologia VoIP sobre as estratégias das empresas, operadoras e fornecedores, presentes neste mercado?

1.2 – Objetivos

1.2.1 – Objetivo Geral

Avaliar a trajetória tecnológica do setor de telecomunicações a partir das oportunidades abertas pelo avanço da tecnologia VoIP e o seu impacto sobre as estratégias das empresas fornecedoras de equipamentos concorrentes neste mercado.

1.2.2 – Objetivos Específicos

1. Discutir os aspectos teóricos e analíticos do processo de inovação;
2. Apresentar a estrutura industrial e o padrão de concorrência do setor de telecomunicações;
3. Estabelecer e analisar a evolução tecnológica do setor de telecomunicações;
4. Definir a tecnologia VoIP, em seus aspectos tecnológicos e de mercado, e considerar seus efeitos sobre as operadoras de telecomunicações;
5. Avaliar os resultados econômicos e as estratégias empresariais referentes ao uso da tecnologia VoIP pelas empresas fornecedoras de equipamentos no mercado.

1.3 – Hipótese

Os avanços tecnológicos que vêm ocorrendo nos últimos anos na área de telecomunicações, em particular do sistema VoIP, têm resultado em avaliação positiva pelo mercado em face de melhoras no sistema de comunicação apresentado pelo desempenho desta tecnologia no mercado consumidor. Tal fato decorre das elevadas oportunidades tecnológicas que estão sendo abertas em vista dos investimentos em P&D e em ganhos de apropriabilidade geradas por esta tecnologia.

1.4 – Metodologia

Para atender o primeiro objetivo concernente ao referencial teórico e analítico, são tratados conceitos que explicam o processo inovativo dentro da teoria neo-schumpeteriana. Dentre os principais, salientam-se, o processo de busca, rotina e seleção, paradigmas tecnológicos, trajetórias tecnológicas, regime tecnológico, entre outros. Neste sentido, recorreremos a autores como Dosi (2006), Freeman (1974), Nelson e Winter (2006), Lundvall (2006), Rosenberg (2006), Malerba (1992) e Schumpeter (1988).

A estrutura do setor de telecomunicações e o padrão de concorrência vigente no setor, em consonância com o segundo objetivo, são abordados mediante a análise de variáveis-chaves, como investimento, quantidade de empresas, presença de grandes *players* internacionais, importações, exportações, a relação com usuários e fornecedores e os valores de investimentos em inovação, seja de processo ou de produto. Tais variáveis foram colhidas em sites oficiais como Anatel, BNDES, Ministério das Comunicações. Também foram utilizados como fonte de informação revistas e jornais, como Exame, Info, Estado de São Paulo, Gazeta Mercantil e Valor Econômico, além de sites especializados, como Teleco, TelecomOnline.

O estabelecimento da trajetória tecnológica do setor, que se constitui no terceiro objetivo do trabalho, para tanto procura conhecer os problemas e soluções propostas ao longo da evolução dos padrões tecnológicos vigentes, bem como as oportunidades abertas por cada um destes padrões. Também temos como alvo a cumulatividade do conhecimento que sustenta a evolução da trajetória tecnológica, assim como a estrutura utilizada para garantir a apropriabilidade dos resultados do processo inovativo no setor.

O atendimento deste objeto figura dentro do conceito schumpeteriano de destruição criadora, no qual a nova tecnologia supera a velha tecnologia impondo um novo padrão tecnológico. Para isso, recorreremos a fontes secundárias de dados que destacam a evolução dos segmentos, serviços e indústria, que compõem o setor. Entre as fontes nacionais, temos: Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia), ECCIB (Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil – Cadeias Teleequipamentos e Informática), Teleco (Informação em Telecomunicações), Abinee (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica). As fontes internacionais: ITU (*International Telecommunications Union*), ITS (*International Telecommunications Society*) e CITEL (Comissão Interamericana de Telecomunicações).

A apresentação das características da tecnologia VoIP, com suas vantagens e limites, e sua penetração de mercado atendem ao objetivo quatro do trabalho. As fontes de dados utilizadas para descrever a tecnologia são os livros específicos da área de telecomunicações e os tutoriais do site Teleco. Já os dados referentes ao mercado de VoIP foram obtidos de fontes secundárias, como revistas, jornais, estudos e relatórios de consultoria. A utilização de dados secundários se deve à dificuldade em obter uma fonte oficial sobre a tecnologia, devido à mesma ser de recente implementação.

Para avaliar o impacto desta nova tecnologia no setor de telecomunicações, em consonância com o objetivo cinco, realizar-se-á a análise de dados qualitativos obtidos

mediante a aplicação de questionários junto às empresas selecionadas previamente, no sentido de verificar as estratégias de investimento, comercialização, de produção, entre outras.

Entre as variáveis pesquisadas, serão destacadas: o investimento realizado em inovações de processo, de produto e organizacionais (para a empresa ou para o mercado); os principais produtos comercializados; as estratégias tecnológicas presentes (acordos, fusões, compras) entre outros definidos posteriormente.

A pesquisa de campo ocorreu entre o dia cinco de janeiro de 2008 e vinte e seis de janeiro de 2008. Entre as diversas empresas que compõem o setor, optou-se pela realização de entrevistas com os fornecedores de equipamentos para empresas de telecomunicações. O grupo de empresas participantes deste segmento é composto por grandes *players* internacionais, como Nokia, Siemens, Cisco, Nortel, NEC, Motorola e Ericsson. Como o universo para a realização da pesquisa é formado por grandes *players* e conta com um número não muito elevado de empresas representativas, será selecionada para a pesquisa de campo uma amostra intencional, considerada representativa dado o tamanho do universo.

Entre as empresas entrevistadas, tem-se a *joint venture* Nokia-Siemens, Cisco, Nortel e Alcatel-Lucent, cujas participações de mercado, somadas, atingem o valor de 57% e as receitas somam o valor de US\$ 135.6 bilhões no ano de 2006.

As operadoras de telecomunicações não foram entrevistadas devido a indisponibilidade em conceder entrevistas no momento, em razão do leilão de terceira geração de telefonia celular, onde as informações de investimentos foram consideradas de extrema relevância e não passível de divulgação.

1.5 – Estrutura do Trabalho

O trabalho, além desta parte inicial na qual está exposto o problema de pesquisa, as motivações do trabalho, os objetivos, geral e específicos, a serem alcançados, a hipótese inicial do estudo e a metodologia, também conta com outras cinco sessões, além da parte conclusiva.

O primeiro capítulo faz alusão à revisão bibliográfica necessária para embasar o trabalho de pesquisa realizado. Conceitos como tecnologia, paradigma tecnológico, trajetória tecnológica, regimes tecnológicos e estratégias tecnológicas foram resgatados de autores clássicos e apresentados de forma a darem suporte à análise posterior. A noção de “destruição criadora” de Schumpeter (1988) também é essencial para o trabalho na medida em que

permite compreender como a inovação consegue superar um mercado já existente, ao mesmo tempo em que cria novas oportunidades de negócio.

Por sua vez, o segundo capítulo contém uma análise do setor de tecnologia da informação e comunicação, quanto à composição, estrutura industrial e faturamento. Após a configuração do setor de TIC, parte-se para o desenho do setor de Telecomunicações em termos mundiais e para o Brasil. O capítulo traz ainda um breve histórico sobre a constituição do setor no Brasil e avalia seu desempenho frente à emergência de novos padrões tecnológicos.

A trajetória tecnológica do setor de telecomunicações é exibida no capítulo 3. Mediante a análise da evolução dos produtos e tecnologias disponibilizados ao longo do tempo se constitui a trajetória tecnológica do setor. Em uma perspectiva histórica, é possível avaliar as vantagens e desvantagens associadas a cada padrão.

O capítulo 4 apresenta a tecnologia VoIP, suas principais características, protocolos utilizados, condições para garantia da qualidade do serviço, a questão da regulamentação do serviço e a posição das operadoras de telecomunicações diante de uma inovação tecnológica capaz de mudar radicalmente o setor.

Enquanto o quinto capítulo traz, além de uma caracterização geral das empresas entrevistadas, os dados de entrevistas realizadas com grandes empresas fornecedoras de equipamentos para telecomunicações sobre as perspectivas para os próximos anos para o setor de telecomunicações e para a tecnologia VoIP, especialmente.

Por fim, apresentam-se as conclusões sobre a trajetória tecnológica do setor de telecomunicações e as perspectivas futuras de desenvolvimento, sejam em termos de investimentos, expectativa de receita e novas oportunidades abertas pelo novo paradigma tecnológico vigente, confirmando a hipótese schumpeteriana de “destruição criadora”.

CAPÍTULO 1 - INOVAÇÃO, TRAJETÓRIA E PARADIGMA TECNOLÓGICO

1.1 - Introdução

O desenvolvimento econômico sempre foi alvo de estudo por parte da Ciência Econômica. A corrente evolucionista atribui tal desenvolvimento ao papel exercido pela inovação, sendo relevante discutir os seus fundamentos. Este capítulo traz os principais pontos na discussão da dinâmica tecnológica, na medida em que se considera o progresso técnico como um fator endógeno no crescimento econômico, contrariamente à corrente neoclássica tradicional.

Portanto, este capítulo está dividido em sete seções, além da introdução. A seção 1.2 apresenta a contribuição de Schumpeter para o desenvolvimento do conceito de inovação na Ciência Econômica. Na seção 1.3, tem-se a visão neo-schumpeteriana do processo de inovação, com o debate entre os modelos de *Technology-push* e *Demand-pull* dos autores clássicos e a idéia de Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas e seus componentes como forma de superação destes modelos. Já na seção 1.4, discutem-se a questão do aprendizado e as formas de conhecimento no processo de inovação. A seção 1.5 traz a discussão sobre Padrões Setoriais de Inovações e suas implicações com o desenvolvimento tecnológico. Na seção 1.6, são discutidos os tipos de estratégias tecnológicas existentes e sua relação com o processo de desenvolvimento. A relação entre inovação e estrutura de mercado é discutida na seção 1.7. Por fim, na seção 1.8, tem-se a síntese conclusiva.

1.2 – A Contribuição de Schumpeter

Dentre os principais autores que tratam da questão da inovação, Schumpeter enfatiza a importância da inovação tecnológica. Em sua obra, Schumpeter (1988) a define como a força central no dinamismo do sistema capitalista. Na sua abordagem teórica, a inovação tecnológica assume um papel de extrema relevância na explicação do desempenho econômico, tornando-se um fator de diferenciação competitiva entre as empresas e o elemento principal da dinâmica capitalista.

O autor parte do modelo de fluxo circular, no qual uma economia estacionária se reproduz sem que ocorram alterações substanciais. O fluxo circular é caracterizado pela

existência da propriedade privada, da concorrência livre e da ausência de incerteza quanto ao futuro. Nas palavras de Possas (1987, p.170), “a atividade econômica retratada pelo sistema [fluxo circular] não apresenta mudanças importantes, quantitativas ou qualitativas, convertendo-se em mera prática rotineira”. Entretanto, não implica um estado estacionário rígido, mas apenas lentamente mutável.

O desenvolvimento se caracterizaria, portanto, pela ruptura deste fluxo circular, através de grandes inovações tecnológicas que ocorreriam descontinuamente ao longo do tempo.

O desenvolvimento, no sentido em que o tomamos, é um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio. É uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente. (SCHUMPETER, 1988, p. 47).

As fontes para tais inovações podem ocorrer pela introdução de um novo bem, pela introdução de um novo modo de produção, pela abertura de um novo mercado, pela conquista de uma nova fonte de matéria-prima ou pelo estabelecimento de uma nova organização industrial.

Introduzir um novo bem significa produzir e disponibilizar um bem que os agentes econômicos ainda não estejam familiarizados, ou simplesmente adicionar uma nova qualidade a um bem que já esteja disponível. A introdução de um novo método de produção não precisa ter como base, necessariamente, uma descoberta científica nova, mas apenas um método que ainda não tenha sido testado por aquele ramo da indústria ou ainda um novo modo comercial de tratar as mercadorias. A abertura de um novo mercado significa a atuação de um ramo da indústria em um segmento novo para aquelas empresas, seja porque tal nicho não havia sido explorado ainda ou porque não existisse. A conquista de uma nova fonte de matérias-primas independe do fato de que esta fonte já exista ou tenha sido descoberta pela empresa ou indústria. Uma nova fonte pode contribuir para a redução de custos das empresas ou para o desenvolvimento de novos produtos. E, por último, o estabelecimento de uma nova organização industrial, ou seja, o desenvolvimento de uma posição de monopólio ou a fragmentação de um já existente.

As novas combinações, na concepção de Schumpeter, significam a própria inovação, que pode ser considerada como um insumo determinante da competitividade econômica e um dos determinantes das flutuações econômicas. Novas combinações, porque os insumos necessários não estão ociosos na economia, o que implica que é necessário retirá-los de sua utilização atual e alocá-los em novas atividades.

O empresário seria, portanto, segundo Iglioni (2000), o agente responsável por trazer para a esfera produtiva as inovações ocorridas, bem como pela sua disseminação. O empresário schumpeteriano, ao introduzir as inovações, desafia as firmas existentes mediante um processo de destruição criativa, que seria o motor do progresso econômico.

Schumpeter (1988), inclusive, refuta a crítica realizada pela teoria neoclássica sobre o fato de as grandes empresas e o monopólio não favorecerem o desempenho da produção em favor da defesa da concorrência perfeita.

(...) há vantagens da empresa que, embora não estritamente inatingíveis competitivamente, são, na verdade, asseguradas apenas pelo monopólio. Em outras palavras, esse elemento da defesa da concorrência pode falhar completamente porque os preços de monopólio não são necessariamente mais altos ou as produções de monopólio, necessariamente mais baixas do que seriam os preços e a produção competitivos na eficiência organizacional e produtiva ao alcance da firma compatível com a hipótese competitiva (SCHUMPETER, 1988, p. 134).

As modificações na economia e o progresso técnico, com a introdução da necessidade de trabalho em grande escala, levaram a um processo de mutação industrial, que ocorre em surtos distintos separados uns dos outros por períodos de relativa calma, revolucionando a estrutura econômica a partir de dentro, ao mesmo tempo em que destrói a velha e cria uma nova estrutura. Conforme Schumpeter (1988, p.114), “normalmente se vê o problema de como o capitalismo administra as estruturas existentes, enquanto o relevante é saber como ele as cria e as destrói”.

A concorrência no sentido schumpeteriano não se limita a agir apenas quando existe de fato, mas também quando ainda é somente uma ameaça. O empresário sente-se compelido a competir e, em muitos casos, cria um ambiente e um comportamento semelhante ao padrão competitivo.

Mas, na realidade capitalista, que se distingue da retratada nos manuais, não é esse tipo de concorrência (a concorrência por meio da redução das margens de preço e custos) que importa, mas a concorrência da nova mercadoria, da nova tecnologia (...) Esse tipo de concorrência é muito mais eficiente do que a outra, da mesma forma que um bombardeio para arrombar uma porta (SCHUMPETER, 1988, p.114).

O processo de desenvolvimento tem início, então, quando se rompe o “fluxo circular” ou o estado estacionário, por meio da atuação do empresário, que altera o sistema de produção e a combinação de recursos da economia e que, através do financiamento bancário, se necessário, consegue viabilizar as inovações. O surto de inovações que se inicia se encarrega de romper definitivamente o estágio anterior em que se encontrava.

A introdução de inovações que tem início com a criação de crédito pelo sistema bancário leva à realocação de recursos no sistema, uma vez que o empresário irá adquirir bens de capital e mão-de-obra para a produção. Os lucros obtidos pelo empresário inovador, em um primeiro momento, e a aceitação da inovação no mercado atraem novos empresários “imitadores”, explicando o fato de as inovações se concentrarem no tempo e ocorrerem em determinadas indústrias.

A entrada de novas firmas faz com que o lucro diminua ao longo do tempo, simultaneamente em que a quantidade produzida se eleva forçando a queda nos preços. A procura por novos créditos também é menor, enquanto os lucros gerados são utilizados para pagar os empréstimos anteriores. A adaptação a este novo cenário dificulta o cálculo do empresário e a introdução de novas inovações, de forma que “a economia tende, então, inexoravelmente a uma nova posição de equilíbrio, na qual os preços são em geral mais baixos e a produção global maior” (POSSAS, 1987, p. 185).

O desenvolvimento não é contínuo, mas alterna períodos de crescimento com períodos de recessão. Os períodos de prosperidade estão associados à difusão de inovações-chaves. O crescimento depende, portanto, do surgimento de inovações e das condições para sua difusão. De acordo com Schumpeter (1988, p.48), “o capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário”.

Tem lugar também nesta análise o impacto da chamada “onda secundária”, que permite uma visão mais completa do ciclo econômico. A onda secundária “abrange os efeitos cumulativos desencadeados pela inovação primária e os efeitos especulativos que freqüentemente têm lugar no bojo daqueles” (POSSAS, 1987, p. 186). Os efeitos cumulativos se referem às reações em cadeia nas diversas atividades em função do crescimento da renda e da demanda (efeito multiplicador e acelerador) proporcionada pela introdução da inovação.

A onda secundária não é um prolongamento da onda primária, mas sim um novo conjunto de elementos que tornam o processo mais completo. As especulações quanto ao prolongamento do ciclo na onda secundária pode conduzir a uma frustração de expectativas e ganhos e, conseqüentemente, à crise e depressão. Somente após o reordenamento em função das quebras, o sistema, ainda sem inovações de grande impacto, inicia uma trajetória de recuperação.

A inovação é vista como um fenômeno de desequilíbrio, sendo o principal motor das flutuações cíclicas da economia, e ao mesmo tempo um fenômeno *ex-post*, cujo resultado é aprovado ou negado pelo mercado. O resultado do processo inovativo e de determinado

empreendimento, o lucro, passa a ter um caráter dinâmico, determinante e fundamental na compreensão da necessidade de implementar uma abordagem mais dinâmica da economia. O empresário, entretanto, somente será estimulado a inovar se souber que conseguirá usufruir de lucros do monopólio durante um período de tempo.

Uma empresa que desfruta de lucros favoráveis decorrentes da condição de monopolista obterá melhores condições de se tornar uma empresa líder e inovadora. Todavia, em um ambiente sem concorrência, dificilmente haverá empresários com recursos e disposição para realizar inovações, afinal, a posição confortável de monopolista, bem como a falta de concorrentes, não estimulam o processo inovativo.

1.3 – A visão neo-schumpeteriana

1.3.1 – O debate sobre *Technology-Push* e *Demand-Pull*

Os autores de cunho neo-schumpeteriano avançaram na compreensão do processo de inovação como algo endógeno à dinâmica econômica. Tal abordagem aponta para uma estreita relação entre crescimento econômico e mudanças que ocorrem com a introdução e disseminação de inovações tecnológicas e organizacionais (LEMOS, 2000).

Para os autores de cunho neo-schumpeteriano, a tecnologia não é considerada um bem livre, que pode ser facilmente reproduzida e se encontra disponível e sem custos para as empresas. Essa abordagem considera a existência de assimetrias entre as firmas no que tange à capacitação tecnológica e essencial para a criação de vantagem competitiva pelas empresas.

Os dois meios tradicionais de descrever o determinante principal da mudança tecnológica são as hipóteses de *demand-pull* e *technology-push*. A primeira vê nas forças de mercado um dos principais determinantes das mudanças técnicas. A segunda atribui aos avanços autônomos em ciência pura, em perícia tecnológica, e mais genericamente no conhecimento, como determinantes das inovações.

A tecnologia é um processo cumulativo, sob o qual se estabelecem trajetórias tecnológicas capazes de promover avanços e tornar a empresa apta a produzir inovações. Para produzir e usar inovações, as empresas devem ter um estoque geral mínimo de conhecimento tecnológico. Daí surge o aspecto do *technology-push* no incentivo do processo inovativo, no qual a inovação aparece como fator exógeno e independente.

A tecnologia que os inovadores irão utilizar pode tanto ser produzida internamente como pode ser distribuída ou trocada com outras empresas, ou ainda, ser de domínio público.

Logo, o *technology-push* ajuda a determinar o caminho que as inovações seguem. A tecnologia vigente, mesmo que não seja a mais apta, condiciona que as buscas inovativas sejam feitas nesse sentido.

Contudo, é importante levar em conta que os fatores econômicos têm fundamental importância na determinação da busca por inovações. O crescimento, a mudança econômica e as variações nos preços relativos afetam a direção do processo de inovação. Existe uma complexa estrutura de retroalimentação entre o ambiente econômico e as direções das mudanças tecnológicas, que o modelo de *technology-push* não consegue absorver, o que o torna uma concepção unidirecional “ciência – tecnologia – produção”, em que a primeira representaria uma espécie de “*deus ex machina*” exógeno e neutro.

O mercado, por sua vez, produz estímulos ao estabelecimento do processo inovativo. O efeito denominado de *demand-pull* resume os sinais que o mercado envia à indústria, fazendo com que ela inove. Os sinais das forças de mercado moldam as direções da tecnologia, de forma que as mudanças na demanda, nos custos, nos preços e nas oportunidades de lucro acabam alterando os incentivos das empresas em busca do avanço técnico.

Para Dosi (2006), considerando um modelo puro de indução pelo mercado, existe um padrão na sinalização do mercado aos produtores quanto às suas necessidades, que seguiria a seguinte ordem: (1) há um grupo de bens intermediários no mercado que atendem às necessidades de um grupo de consumidores; (2) consumidores e/ou usuários expressam suas preferências sobre aspectos de bens que eles desejam através de mudanças nos seus padrões de demanda; (3) se a renda cresce, a demanda por bens que incorporam as características preferidas aumenta proporcionalmente; (4) a partir desse momento, os produtores entram nesse cenário e analisam os movimentos de demanda e de preços; e (5) as empresas que foram bem-sucedidas no processo de desenvolvimento e produção de inovações colocam seus bens/serviços no mercado e tem início seu processo inovativo. Através da análise dos movimentos dos preços seria possível, a priori, conhecer a direção na qual o mercado induz a atividade de inovação.

De uma forma geral, segundo Dosi (2006), os seguintes pontos podem ser alvo de críticas: (1) quanto à teoria geral dos preços ser determinada por funções de oferta e demanda; (2) no que se refere às dificuldades de definir as funções de demanda, determinadas por funções de utilidade, e a própria viabilidade de um conceito de utilidade; (3) as dificuldades lógicas e práticas de interpretar o processo de inovação por meio dessa abordagem.

Pode-se definir três fragilidades básicas nesta versão da indução pela demanda. A primeira diz respeito ao conceito passivo e mecânico de reatividade às mudanças tecnológicas *vis-à-vis* às condições de mercado. A segunda traz a incapacidade de definir por que e quando de certos desenvolvimentos tecnológicos em vez de outros. E por último, a desconcentração das mudanças ao longo do tempo, da capacidade de invenção, que não mantém qualquer relacionamento direto com as condições mutáveis do mercado. A teoria de *demand pull* não explica de forma adequada as mudanças tecnológicas quando estas aparecem. Existe certa dificuldade para relacionar mudanças técnicas associadas a mudanças nas condições de mercado. O mercado é condição importante na determinação de inovações bem-sucedidas, mas não é condição suficiente para explicá-las; é preciso que sejam analisadas em conjunto com outras variáveis.

Assim sendo, para os autores de cunho neo-schumpeteriano, as duas abordagens são limitadas para explicar o processo inovativo. A teoria de *demand pull*, ao apresentar um conceito passivo e reativo das mudanças técnicas às condições de mercado, é incapaz de explicar o tempo das inovações e a descontinuidade de seus padrões, desconsiderando, inclusive, a complexidade e o papel da incerteza no processo inovativo. A abordagem de *technology push* é limitada ao considerar a ciência como exógena e neutra em sua interação com a tecnologia e a economia (DOSI apud CARIO; PEREIRA, 2002, p.86-87).

Uma solução proposta pelos neo-schumpeterianos para suprir tais deficiências passa pela proposta de existência de similaridades entre a natureza e os procedimentos da ciência e da tecnologia. Dosi (1988) define tecnologia como um complexo de conhecimentos práticos e teóricos, que englobam, além de equipamentos físicos, não apenas *know-how*, métodos e procedimentos, mas também experiências, de forma que a tecnologia inclui a “percepção de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas e de desenvolvimento nocionais futuros” (DOSI, 1982, p.151-152).

Assim, enquanto a teoria neoclássica tradicional se desenvolveu utilizando conceitos da mecânica newtoniana, a visão neo-schumpeteriana sofreu influências da teoria da evolução das Ciências Biológicas, estruturando-se na tentativa de construir uma teoria geral da mudança em Economia.

Com isso, a abordagem evolucionária mostra um ambiente econômico com seleção natural, onde a aptidão é o fator fundamental para a sobrevivência. O sucesso das empresas pode ser considerado como sua sobrevivência em um ambiente competitivo e os traços característicos de organização são sua genética organizacional.

Tal teoria inclui ainda o comportamento de longo prazo e as mudanças progressivas, por ser um modelo dinâmico. Entretanto, às vezes as mudanças ocorrem de forma extremamente rápida, o que transforma o processo de evolução em revolução, fazendo com que alterações radicais possam modificar o comportamento da empresa e o ambiente econômico. Sendo um ambiente dinâmico, as ações da empresa no presente são, total ou em grande parte, herança de características e comportamentos anteriores, de modo que as modificações sempre serão condicionadas pela genética da empresa.

1.3.2 – Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas

Do feedback entre as decisões estratégicas dos agentes e o ambiente de mercado no qual interagem resulta uma dinâmica industrial endógena. A estrutura e performance industrial emergem endogenamente dessa interação, a partir dos padrões existentes de mudança tecnológica, que podem caracterizar uma trajetória tecnológica dentro de um paradigma tecnológico (DOSI, 1988).

Paradigma tecnológico pode ser definido como um “padrão” de soluções para um determinado problema tecno-econômico. Este “padrão” está baseado em princípios altamente selecionados, derivados das ciências naturais, juntamente com regras específicas direcionadas à aquisição de novos conhecimentos e a resguarda destes, sempre que possível, da rápida difusão entre os competidores.

(...) um paradigma tecnológico, dentre várias definições, é compreendido como sendo um conjunto de procedimentos que servem de base para orientar pesquisas tecnológicas, onde poderão ser identificados os problemas, além de serem especificados os objetivos a serem perseguidos (TAVARES; KRETZER; MEDEIROS, 2005, p. 5).

Paradigma tecnológico, conforme Dosi (1988), define contextualmente as necessidades que devem ser supridas, os princípios científicos necessários para esta tarefa, e a tecnologia a ser usada. O paradigma é um pacote de procedimentos que orientam a investigação sobre um problema tecnológico, definindo o contexto, os objetivos a serem alcançados e os recursos a serem utilizados. Trata-se de um modelo ou padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias selecionadas (DOSI 2006, p.41).

Um paradigma tecnológico também possui certos limites, definido por seu ciclo de vida de quatro períodos: (a) difusão inicial, quando surgem as inovações radicais em produtos e processos, o que proporciona oportunidades de novos investimentos e o surgimento de

novas indústrias e novos sistemas tecnológicos; (b) crescimento rápido, quando as indústrias vão se firmando e explorando inovações sucessivas; (c) crescimento tardio, quando o crescimento das novas indústrias começa a desacelerar-se e o paradigma difunde-se para os setores menos receptivos; e (d) fase de maturação, na qual os mercados começam a saturar-se, os produtos e processos se padronizam e as inovações incrementais nos processos trazem pouco aumento de produtividade. Na última fase, a experiência acumulada em cada indústria e no mercado é tal que cada novo produto alcança a maturidade cada vez mais rápido (PEREZ apud ALBERGONI; PELAEZ, 2003).

Quando a última fase do paradigma é atingida, as firmas não permanecem inativas, mas passam a buscar estratégias que as mantenham no mercado, através de uma vantagem competitiva. Dentre as estratégias possíveis, a busca por novas tecnologias que possibilite a criação de novos produtos pode provocar uma mudança de tão longo alcance que implica um novo paradigma tecnológico.

Um novo paradigma surge em um ambiente ainda dominado pelo paradigma anterior e, para consolidar-se, precisa atingir três condições: (a) redução de custos; (b) crescimento rápido da oferta, explicitando a inexistência de barreiras no longo prazo aos investidores; (c) apresentar claramente um potencial para uso ou incorporação desta tecnologia em vários processos e produtos dentro do sistema econômico. Se o novo paradigma cumpre estas condições, ele prova suas vantagens comparativas. Inicia-se, portanto, um processo de reestruturação das variáveis-chaves até que ele se torne predominante (FREEMAN; PEREZ, 1988).

Um paradigma tecnológico é, em graus variados, específico de cada tecnologia, ou seja, é uma tecnologia de mudança técnica definida pela base de informações resultante do conhecimento formal (científico) ou tácito e da acumulação de capacitações pelos inovadores mediante experiências anteriores.

Dada a existência dos paradigmas tecnológicos, a noção de trajetória tecnológica surge como um corolário: é um padrão normal² de atividades circunscrito aos limites do paradigma. O paradigma age, por conseguinte, como um direcionador do progresso técnico, definindo *ex-ante* as oportunidades a serem perseguidas e aquelas a serem abandonadas. Dentro de um paradigma tecnológico, desenvolvem-se trajetórias tecnológicas, sendo que a mudança de um paradigma geralmente implica a mudança da trajetória tecnológica (DOSI, 1988).

² Normal deve ser entendido como proposto na abordagem kuhniana, com o sentido normativo: conjunto de regras que direcionam procedimentos e critérios de validação, regras essas definidas pelo paradigma vigente; e não no sentido estatístico – procedimentos mais frequentes, embora a trajetória também o seja, mas como consequência *ex-post* de sua normatividade *ex-ante*.

Uma trajetória tecnológica é definida como um padrão de progresso através da solução incremental dos *trade-offs* explicitados por um paradigma tecnológico. Depois de selecionada, uma trajetória tecnológica apresenta um impulso próprio que contribui para definir as direções em que a atividade de resolução do problema se move, sendo denominada de trajetória natural do progresso técnico (NELSON; WINTER, 2006).

A trajetória tecnológica, na concepção de Dosi (2006), constitui um agrupamento de possíveis direções tecnológicas, sendo que os limites exteriores se definem pela natureza do próprio paradigma. Pode-se, inclusive, listar certas características de tais trajetórias, definidas em termos dos paradigmas tecnológicos:

- Pode haver trajetórias mais genéricas ou mais circunscritas, assim como mais poderosas ou menos poderosas. A trajetória será tanto mais poderosa quanto maior for o conjunto de tecnologias excluído por essa trajetória;
- Estas são geralmente complementaridades entre diversas formas de conhecimento, experiência, habilidades etc. Além disso, os desenvolvimentos ou a falta de desenvolvimentos em certa tecnologia podem estimular ou impedir desenvolvimentos em outras;
- Pode-se definir como fronteira tecnológica o mais alto nível alcançado em relação a uma trajetória tecnológica, com respeito às dimensões tecnológicas e econômicas relevantes;
- Existe uma grande probabilidade que o progresso numa trajetória tecnológica conserve certos aspectos cumulativos, de forma que a possibilidade de futuros avanços também se relaciona com a posição que uma empresa ou um país já ocupam *vis-à-vis* a fronteira tecnológica existente;
- Quando uma trajetória é muito poderosa, pode haver dificuldade em mudar para uma trajetória alternativa.

Conforme Kupfer (1996, p.3), a noção de paradigmas e trajetórias tecnológicas é, nesse sentido, mais ampla, pois dá conta da existência de processos inovativos radicais e incrementais, respectivamente. Dessa forma, conseguem superar a tradicional dicotomia presente nas teorias de difusão: entre a natureza *demand-pull*³ ou *technology-push*⁴ do processo.

Se na análise em torno do paradigma tecnológico, o avanço tecnológico tem caráter cumulativo e em parte é resultado de mudanças nas rotinas (conhecimento internalizado), na

³ Aceita-se como premissa central a possibilidade de se conhecer, a priori, a direção do progresso técnico.

⁴ Geralmente se considera a inovação um fenômeno não econômico.

abordagem de trajetórias tecnológicas, o avanço tecnológico também é internalizado, diferenciando-se a partir das tendências tecnológicas desenvolvidas pelas empresas.

Dessa forma, a emergência de uma visão dominante e de uma heurística (conjunto de métodos e regras que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução dos problemas) caracteriza um paradigma tecnológico. Dado o paradigma, a fronteira do que pode ser feito, estabelece-se também a possibilidade de constituição de uma determinada trajetória tecnológica. É importante ressaltar a distinção que deve ser feita entre uma inovação radical, que está associada ao surgimento de um paradigma tecnológico, de inovações incrementais, que se dão ao longo da trajetória tecnológica, a partir da exploração das oportunidades abertas pelo novo paradigma.

1.3.3 - Regimes Tecnológicos

O desenvolvimento de um paradigma tecnológico pressupõe a existência de um regime tecnológico, definido como “um complexo de firmas, disciplinas profissionais e sociedades, programas de treinamento e pesquisa universitária, e estruturas regulatório-legais que dão suporte e restringem o desenvolvimento dentro de um regime e ao longo de uma trajetória” (DOSI, 1988).

As trajetórias naturais são específicas a uma tecnologia particular, ou também definida como um regime tecnológico, conceituando regime tecnológico como metafunção de produção (NELSON; WINTER, 2006). Tal conceito refere-se a uma fronteira de aptidões realizáveis, definida em suas dimensões econômicas relevantes, limitada por restrições físicas, biológicas e outras. As trajetórias e estratégias promissoras para o avanço técnico de um dado regime estão associadas a aprimoramentos dos principais componentes ou de seus aspectos.

As oportunidades tecnológicas estão ligadas à tecnologia e ao capital disponível a uma empresa. A relação entre estas duas variáveis é o número de oportunidades de inovação que se abre com determinado volume de recursos investidos na busca inovativa. Assim, é o leque de inovações que está ao alcance para dada quantia a ser investida.

É importante notar alguns aspectos. O primeiro é que as oportunidades de inovação estimulam ainda mais a busca. Quanto maior o volume de oportunidades, também maior será o volume de soluções e de possibilidade de modificação de produtos e processos. Outro aspecto importante se refere à penetrabilidade da inovação, isto é, à diversificação dos usos e à aplicação do conhecimento novo para diversos produtos. E, por último, quanto às fontes de informação tecnológica, Dosi (1988) sugere que cada paradigma tecnológico envolve um

equilíbrio específico entre determinantes exógenos de inovação, como avanços em pesquisas de universidade em ciência pura, e determinantes endógenos do processo de competição e de acumulação tecnológica de firmas e indústrias específicas, como fornecedores, clientes e laboratórios próprios de P&D.

O processo inovativo é, basicamente, um processo concorrencial de busca de aprimoramento tecnológico e manutenção ou ampliação da posição de mercado que cada empresa possui. O regime tecnológico, dessa maneira, se coloca como uma peça fundamental para entender a dinâmica do processo inovativo. Tal regime pode ser definido como uma combinação particular de algumas propriedades tecnológicas fundamentais: “*opportunity and appropriability conditions; degrees of cumulativeness of technological knowledge; and characteristics of the relevant knowledge base*” (MALERBA; ORSENIGO, 1997, p.12).

Com relação às condições de oportunidades, de acordo com Malerba e Orsenigo (1997), pode-se identificar quatro dimensões básicas: nível, penetrabilidade, fonte e variedade. Quanto ao nível, altas oportunidades fornecem poderosos incentivos para os empreendimentos de atividades inovativas, uma vez que elas determinam uma alta probabilidade de, inovando, recuperar uma parte dos recursos investidos. Nas palavras de Malerba e Orsenigo (1993, p. 48), “*high opportunities represent a powerful incentive to the undertaking of innovative activities and denote an economic environment which is not functionally constrained by scarcity. Science is certainly a major source of opportunities*”. Em algumas indústrias, as condições de oportunidade são relacionadas aos avanços em P&D, equipamentos e instrumentos, enquanto que, em outras, as fontes externas em termos de fornecedores e usuários podem ser um caminho melhor.

Nos casos de penetrabilidade, as condições de oportunidade podem ser altamente utilizadas em diversos setores ou não. Nos casos de alta penetrabilidade, os novos conhecimentos podem ser aplicados para diversos produtos e mercados, enquanto que nos casos de baixa penetrabilidade, novos conhecimentos são aplicados apenas para poucos produtos e mercados.

As fontes de oportunidades tecnológicas diferem marcadamente entre tecnologias e indústrias. Em algumas indústrias, as condições de oportunidade são relacionadas às maiores descobertas científicas nas universidades. Em outros setores, as oportunidades para inovar podem freqüentemente vir de avanços em P&D, equipamentos e instrumentos, bem como de aprendizado endógeno. Em outros setores, ainda, as fontes externas de conhecimento, em termos de fornecedores e usuários, podem ter um papel crucial.

Sobre a variedade, em alguns casos, altos níveis de condições de oportunidades são associados com uma grande variedade de soluções tecnológicas. Por exemplo, no estágio “pré-paradigma” da tecnologia, quando um design dominante ainda não foi definido, as firmas podem procurar direções variadas e originando soluções tecnológicas diferentes. Após, no estágio do “paradigma” quando já existe um *design* definido, as mudanças técnicas podem ocorrer ao longo de trajetórias específicas, entretanto, a variedade de soluções tecnológicas radicalmente diferentes é reduzida.

No que tange às condições de apropriabilidade, de acordo com Dosi (1988), apropriabilidade são as propriedades do conhecimento tecnológico e os artefatos técnicos, de mercados e do ambiente legal, que permitem a criação das inovações e as protegem – em diversos graus – contra as imitações dos competidores, garantindo ao inovador os ganhos da inovação. As empresas procuram proteger suas inovações das imitações para ter, pelo menos durante certo período de tempo, o monopólio sobre os lucros extraídos delas.

Os setores industriais podem ser classificados como tendo alta ou baixa condição de apropriabilidade. Alta apropriabilidade significa que existem muitas formas de proteger a inovação de imitação. Baixa condição de apropriabilidade demonstra um ambiente econômico caracterizado por conhecimentos difundidos. No tocante às condições de apropriabilidade, estas diferem entre as indústrias e as tecnologias, como, por exemplo, as patentes, o segredo industrial, *lead times*, custos e tempo necessário para que haja imitação, efeitos da curva de aprendizagem, e serviços e esforços de promoção superiores.

Uma vez que as atividades inovativas ocorrem, o conhecimento tecnológico e as atividades das empresas vão se acumulando e constituindo uma trajetória no tempo. A forma como esta trajetória se comporta determina os graus de cumulatividade do ambiente tecnológico de inovação. O conceito de cumulatividade aponta que a inovação depende do conhecimento acumulado dos períodos anteriores. Alguns aspectos devem ser observados nesta propriedade tecnológica: a tecnologia só pode avançar em cima daquela preexistente; por isso, é necessário que o inovador tenha uma base tecnológica mínima para competir com as outras empresas.

As condições de cumulatividade capturam as propriedades das inovações atuais e as formas de atividades inovativas, que são o ponto inicial para as inovações futuras. As firmas que inovam no presente provavelmente são mais aptas a realizar inovações no futuro em tecnologias específicas e ao longo de trajetórias específicas do que as firmas que não inovam. É possível inclusive identificar, segundo Malerba e Orsenigo (1997), três diferentes fontes de cumulatividade tecnológica: (1) Processo de aprendizagem e dinâmica dos retornos crescentes

do nível tecnológico, que constroem a pesquisa atual, mas também geram novas questões e novos conhecimentos; (2) Fontes organizacionais: a cumulatividade provavelmente pode ser originada por capacidades organizacionais e tecnológicas específicas de cada firma, sendo que tais capacidades podem ser melhoradas apenas gradualmente ao longo do tempo; e (3) Sucesso – Geração – Sucesso: finalmente a noção de cumulatividade pode ser relacionada à noção schumpeteriana de que os retornos de mercado podem estar ligados aos investimentos de P&D, performance e lucratividade tecnológica, de forma que as firmas que obtiveram resultados positivos no processo inovativo possuam maiores chances de inovar novamente.

A cumulatividade pode ser analisada por alguns aspectos. O aspecto tecnológico se refere às características específicas das empresas, que são internas e de conhecimento privado, com baixa penetrabilidade. Na análise das empresas, constata-se que a continuidade das atividades da empresa depende de suas competências. Assim, quanto maior a cumulatividade, maior a apropriabilidade que as empresas possuem sobre inovações. Em um mesmo setor, o conhecimento acumulado se difunde através das empresas. Dessa forma, informações específicas ao setor têm condições de serem compartilhadas.

Combinando as características de apropriabilidade, oportunidade e cumulatividade, descritas anteriormente, é possível identificar algumas estratégias tecnológicas, como demonstra o Quadro 1. Os setores de alta apropriabilidade, oportunidade e cumulatividade, por exemplo, são propícios para o desenvolvimento de inovações radicais e incrementais. Neste caso, as vantagens pertencem às primeiras firmas responsáveis pela introdução de um novo produto ou processo, ao mesmo tempo em que estabelecem uma estratégia de inovação contínua. Nos regimes caracterizados por altas oportunidades, é importante monitorar a fronteira tecnológica, de modo a “*to keep windows on new technologies*” (MALERBA; ORSENIGO, 1993, p.65).

A presença de baixas condições de apropriabilidade permite a introdução de estratégias focadas na imitação de produtos e processos da empresa inovadora e também força às empresas líderes do processo a empregarem novas formas voltadas para o aumento da apropriabilidade.

Itens		Alta Apropriabilidade	Baixa Apropriabilidade
Alta Oportunidade	Alta Cumulatividade	Inovação Radical Inovação Incremental	Inovação Radical Inovação Incremental Imitação
	Baixa Cumulatividade	Inovação Radical	Inovação Radical Imitação
Baixa Oportunidade	Alta Cumulatividade	Inovação Incremental	Inovação Incremental Imitação
	Baixa Cumulatividade	Sem atividades sistemáticas de inovação	Sem atividade de inovação

Quadro 1 – Estratégias Tecnológicas em Vários Regimes Tecnológicos

Fonte: Adaptado de Malerba; Orsenigo, 1993, p.64.

Com relação ao conhecimento base, as propriedades do conhecimento formam a base das atividades de inovação das firmas. Duas características importantes deste conhecimento podem ser identificadas e já foram discutidas anteriormente neste trabalho, a natureza do conhecimento e os meios de transmissão do mesmo.

Em cada tecnologia, existem elementos de conhecimento tácito e específico que não podem ser descritos como num manual, e não são, portanto, de fácil difusão. Claro que isto não significa que tais habilidades e conhecimentos tácitos são impossíveis de serem repassados adiante: pessoas podem ser contratadas de uma firma para outra, ou podem começar suas próprias firmas; assim, procedimentos de uma firma podem ser imitados por outras. Não obstante, é preciso frisar também que atividades inovativas apresentam características – em diferentes níveis – cumulativas, firma-específica e local.

Tacitividade implica proximidade e treinamento específico para sua transferência e mostra também a dificuldade na codificação de seu conteúdo. A tecnologia é um conceito privado, tácito e específico. Por ser parte de uma ciência aplicada, seu desenvolvimento, em geral, se dá em centros de pesquisa e desenvolvimento industriais.

O caráter tácito da tecnologia está na necessidade de que os avanços têm que ser dados de formas guiada e contínua, isto é, não há condições para grandes saltos que pulem etapas do desenvolvimento tecnológico. A direção que a tecnologia vai seguir dentro da organização depende do caminho percorrido no passado. Portanto, a tacitividade do conhecimento tecnológico é importante, pois permite os avanços seguintes.

1.3.4 – A noção de Rotina, Busca e Seleção

Seguindo esta teoria, dois autores importantes para a teoria evolucionista, Nelson e Winter (2006), apresentam três noções que amparam o núcleo teórico evolucionário na tentativa de integrar a mudança técnica com a transformação estrutural da economia: as noções de rotina, busca e seleção.

As rotinas estão na base dos comportamentos dos agentes e, em particular, das organizações, sendo central em toda representação neo-schumpeteriana. Nelson e Winter (2006) empregam o termo de maneira bastante flexível, com referência a uma atividade repetitiva que se consubstancia no interior de uma organização e que decorre fundamentalmente da mobilização e da expressão de competências individuais.

(...) characteristics of firms that range from well-specified technical routines for producing things, though procedures for hiring and firing, ordering new inventory, or stepping up production of items in high demand, to policies regarding investment, research and development (R&D), or advertising, and business strategies about product diversification and overseas investment. (NELSON; WINTER, 1982, p. 14).

As rotinas podem ser consideradas os genes das empresas e determinar seu possível comportamento, uma vez que são parcialmente uma herança do passado da empresa e seu comportamento anterior cria caminhos e/ou condiciona para o comportamento futuro.

(...) as características-chave que distinguem a busca são a irreversibilidade (o que é encontrado é encontrado), seu caráter contingente e sua dependência do que “está lá fora” para ser encontrado e sua incerteza fundamental (NELSON; WINTER, 2006, p.359).

As rotinas definem o que a empresa faz, sendo função das variáveis externas e das variáveis internas. De acordo com Nelson e Winter (1982), pode-se distinguir três classes de rotinas: (a) a primeira é denominada de características de operação e está relacionada com o que a empresa faz com os fatores de produção e as quantidades de fatores que dispõe no momento; (b) o segundo conjunto de rotinas é relacionado com as alterações no estoque de capital das empresas, mostrando que os padrões de comportamento das empresas geralmente variam em situações distintas e o papel dos elementos de estoque, nas decisões de investimento; (c) a terceira classe se refere às modificações que as rotinas vão sofrendo com o tempo, uma vez que os processos das empresas passam por revisões e mudanças ao longo do tempo.

O comportamento das empresas de forma freqüente e constante de busca por inovação acaba por construir rotinas. A formação de rotinas de atividades em uma organização constitui

a mais importante forma de estoque do conhecimento operacional específico, dado que a rotina se transforma na memória da empresa.

O conhecimento gerado pelas atividades reside nas rotinas organizacionais. As rotinas são comportamentos, de caráter tácito, e não podem ser facilmente capturadas e codificadas. Estas possibilitam que as ações não sejam esquecidas, tornando a empresa mais competente e especializada naquilo que faz, ou seja, “as rotinas praticadas, construídas dentro de uma organização, definem um conjunto de ações que ela é capaz de fazer com segurança” (NELSON, 2006, p.182).

Habilidades individuais são construídas através do exercício frequente das atividades. Se tais habilidades são restritas a poucos funcionários e possuem alto grau de tacitidade, o risco de perdê-las é elevado. A perda de algumas dessas habilidades individuais pode gerar rupturas na rotina das empresas, sendo que as formas de manter a rotina dependem do fato de as perdas serem antecipadas e passíveis de substituição.

A seleção da rotina mais apropriada para cada empresa, portanto, deve ser feita de acordo com sua base de conhecimento interno e o nível de solução de problemas que é capaz de trazer. Ainda segundo Nelson (2006), as empresas com bons desempenhos podem ser entendidas em termos de uma hierarquia de rotinas organizacionais praticadas que definem um nível inferior de habilidades organizacionais e como estas são coordenadas. Tal hierarquia diz respeito também às mudanças das rotinas. Os formatos de hierarquia de rotinas e seus processos de mudança são obtidos por meio da busca. Na medida em que rotinas mal adaptadas deixam de ser utilizadas, inicia-se uma busca por novas rotinas capazes de gerar um maior benefício.

Uma política de busca de rotinas vai depender das probabilidades de encontrar novas rotinas em função de outras variáveis. A busca é o paralelo para a mutação na biologia. As buscas podem modificar as rotinas e também são condicionadas por elas. A busca, em maior ou menor grau, também pode ser rotinizada.

Cada empresa possui uma forma particular de busca inovativa e esta busca é condicionada por fatores internos - tais como a base de conhecimento científico e tecnológico, o desempenho passado na busca inovativa, a coerência da diversidade dos seus produtos e a sua capacidade organizacional, administrativa e de pessoal – e fatores externos – como, por exemplo, o ambiente econômico no qual a empresa está inserida, o paradigma científico e tecnológico vigente, as fontes externas de informação e o comportamento/ausência de concorrentes.

O processo de busca compreende o conjunto de estratégias elaborado pelas empresas com o objetivo de obter vantagens competitivas, bem como mantê-las por meio, se necessário, da revisão destas estratégias num ambiente que sofre constantemente mutações e geração de variedades devido à concorrência via inovações.

Busca e seleção são aspectos simultâneos e interativos do processo evolucionário: os mesmos preços que geram o *feedback* da seleção também influenciam as direções da busca. As firmas evoluem ao longo do tempo através da ação conjunta de busca e seleção, e a situação do ramo de atividade em cada período carrega as sementes de sua situação no período seguinte (NELSON; WINTER, 2006, p.40).

A noção de seleção faz alusão à existência de mecanismos que agem sobre os genes, a saber, rotinas, processos de busca, ativos e competências, e sobre as mutações, ou seja, inovações. O processo de seleção corresponde ao mecanismo de “filtragem” das inovações exercido pelo ambiente, no qual ao mercado cabe o principal papel, embora as organizações e as instituições também contribuam para o processo. Ao selecionar as técnicas e formas organizacionais e gerenciais de produção mais eficientes, a concorrência aumenta a eficiência dos mercados, levando a uma eficiência seletiva.

Conforme Dosi (2006, p.381), “dado um fluxo de novas inovações, o ambiente de seleção assim especificado determina a maneira pela qual a utilização relativa de diferentes tecnologias se modifica através do tempo”. A seleção pelo mercado praticamente direciona os investimentos realizados pelas empresas ao longo do tempo em novas inovações.

A seleção de variações ocorre *ex-ante* e *ex-post*. A seleção *ex-ante* sobrevém quando as firmas antecipam a seleção que pode ser feita *ex-post* por seu ambiente seletivo. A idéia de seleção *ex-ante* é consistente como fato de que busca e seleção não constituem fenômenos estanques. A seleção *ex-post* ocorre quando produtos e processos elaborados com base naquele conjunto de heurísticas são cancelados pelo mercado e pelas instâncias seletivas não mercantis.

Uma condição necessária para a sobrevivência de uma inovação é que, depois de um teste, ela seja percebida como vantajosa pela organização que determina diretamente se ela será ou não utilizada. Se a inovação persistir e sua utilização se expandir, a firma deverá encontrar um novo produto ou um processo lucrativo para colocá-la em prática, o médico deverá considerar o tratamento eficaz, o sistema escolar deverá ser persuadido de que a nova técnica docente irá constituir uma boa prática pedagógica e valer seu custo (NELSON; WINTER, 2006, p.383).

Entretanto, as características operacionais do mercado estão sujeitas às mudanças e às formas de operar da empresa, conseqüentemente, também. Como o processo de busca e seleção ocorre simultaneamente, a posição da empresa/indústria no presente é definida pelas

posições/condições passadas. As empresas não são reflexos apenas do seu ambiente atual, mas trazem ações inerciais das ações do passado.

Ao desenvolver o conceito de rotina e busca, os autores rejeitam que a inovação seja um simples resultado de análises do tipo custo-benefício. A inovação não é fruto de um cálculo de otimização, mas sim do recurso a uma heurística, expressa por regras e procedimentos. A heurística que caracteriza o processo de busca é fundamentada em conhecimentos humanos limitados e acumulados ao longo do tempo, os quais, embora não estejam voltados à obtenção de soluções ótimas ou maximizadoras, permitem a geração de inovações (NELSON; WINTER, 1982).

1.4 – A questão do aprendizado e formas de conhecimento

A nova economia que emerge com a globalização financeira e produtiva e a difusão das tecnologias de informação e comunicação (TICs) tem no aprendizado, conhecimento e inovação suas principais características, afinal, *“knowledge is the most important resource and learning the most important process”* (LUNDVALL, 2006, p.1). Uma vez que as inovações podem ocorrer ao acaso, é preciso que exista competência para perceber a possibilidade de mudança e a forma de como ela se processa. Cabe ressaltar, o conhecimento adquirido decorrente de aprendizado interno à empresa, ou através de interação, é maior em setores de alta tecnologia e/ou de avançada especialização.

“(...) firms learn in a variety of different ways. Most of these ways are quite different from simple automatic learning which is a by-product of doing. Rather, they represent activities that firms consciously and expressly focus at learning, and that may be linked to quite different sources of knowledge” (MALERBA, 1992, p. 845).

A atividade econômica sempre permite o aprendizado. O aprendizado é um processo que ocorre por repetição e experimentação, possibilitando que as tarefas sejam realizadas de modo mais rápido e melhor. Como o aprendizado é cumulativo, a ênfase na cumulatividade da tecnologia serve para frisar a importância desse processo no desenvolvimento e no uso da nova tecnologia.

O aprendizado é a exploração de oportunidades tecnológicas que aperfeiçoam mecanismos de busca, refinam suas habilidades em desenvolver ou manufaturar novos produtos, baseados em conhecimento acumulado e/ou em outras fontes de conhecimento. A empresa pode aprender de quatro maneiras principais: (a) conhecimentos universais; (b) conhecimentos específicos; (c) conhecimentos públicos; e (d) conhecimentos privados.

Os conhecimentos universais são amplamente divulgados e facilmente absorvidos e disseminados pelas organizações e, também facilmente codificados dentro da rotina de atuação da empresa. Já os conhecimentos específicos se referem à história da firma, visto que dependem de sua experiência particular e do histórico acumulado ao longo de sua existência. Por sua vez, os conhecimentos públicos são aqueles desenvolvidos por institutos de pesquisas e universidades, sendo sua principal característica o acesso geral a tais informações. O conhecimento público é de mais fácil acesso e geralmente codificado. E, por fim, os conhecimentos privados, também referenciados como conhecimentos tácitos internos à empresa e, conseqüentemente protegidos por patentes, segredos e outros instrumentos de apropriação de inovações.

O aprendizado pode ser classificado tanto como formal como informal. O aprendizado formal possui um grande componente codificado, o que permite sua apropriação por parte da empresa. A principal fonte de aprendizado formal são as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Já as fontes de aprendizado informais são aquelas nas quais o conhecimento está disseminado pela empresa e não é livremente apropriável, de forma que o conteúdo codificado é baixo e a possibilidade de transferência formal também é baixa, sendo necessário observação e prática.

No processo de aprendizado, além do caráter cumulativo, também é possível falar em apropriabilidade. Logo, as empresas dependem dos graus de aprendizado que os membros individuais possuem. O aprendizado organizacional implica dizer que a organização também aprende.

O aprendizado faz parte do comportamento das empresas, e pode ser classificado como uma rotina. A repetição de ações de sucesso resulta em aprendizado e tende a capacitar a empresa para o futuro. Malerba (1992) apresenta seis tipos de processos de aprendizado: (a) *learning by doing*, (b) *learning by using*, (c) *learning by interacting*, (d) *learning from advances in science and technology*, (e) *learning from inter-industry*, e (f) *learning by searching*.

O chamado *learning by doing* (aprender fazendo) é uma forma de aprendizado que ocorre internamente à empresa, demonstrando situações nas quais novas maneiras de produzir o bem ou de prestar serviços são descobertas. Existe a necessidade de conhecimento tácito do processo e/ou da operação, de modo que haja “desenvolvimento de crescentes habilidades de produção” (ROSENBERG, 2006, p.187). O aprendizado decorre da prática e se dá principalmente no estágio da produção industrial, o que acaba por gerar um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais em processos e produtos.

Mesmo com a conclusão do produto e/ou serviço, existe o aprendizado chamado de *learning by using*. Quem percebe o aprendizado é o mercado, que, posteriormente, sinaliza ao produtor/operador a necessidade de mudança. Mediante esse processo, as características dos produtos vão sendo aprimoradas. Este tipo de aprendizado é importante para os bens de capital, pois, como observa Rosenberg (2006, p.189), “as características de desempenho de um bem de capital durável freqüentemente não podem ser entendidas antes que se tenha tido uma prolongada experiência com ele”. A diferenciação de produtos também pode ser obtida por meio deste aprendizado na medida em que “os usuários de certas formas de bens de capital (...) podem eles próprios realizar importantes modificações no bem de capital, que são incorporadas aos modelos subseqüentes” (ROSENBERG, 2006, p.190).

O *learning by interacting* (aprendizado por interação) combina o aprendizado que acontece dentro da própria fábrica (*learning by doing*) com aqueles que ocorrem com consumidores e fornecedores (*learning by using*). O ponto central é a interatividade entre produtor e consumidor. O aprendizado aqui se dá em decorrência da troca de informações entre usuário e produtor e essa troca de informações é de natureza qualitativa e não quantitativa. Tal forma de aprendizado tem sido cada vez mais utilizada por setores de alta tecnologia, onde “a eficácia dos serviços de suporte no melhoramento do produto após sua entrada em uso parece ser muito importante para o sucesso competitivo das empresas” (ROSENBERG, 2006, p. 211).

O *learning from advances in science and technology*, que ocorre externamente para à empresa e consiste na absorção de novos desenvolvimentos na ciência e na tecnologia. Geralmente a empresa pode ser beneficiada pelos desenvolvimentos realizados em outros setores ou indústrias que tenham aplicação ao modelo de negócios desenvolvidos pela mesma.

O *learning from inter-industry spillovers*, que também ocorre externamente a empresa e se relaciona com o fato de conhecer o que os competidores e outras firmas da indústria estão fazendo, de forma a conhecer o direcionamento tomado pelo desenvolvimento tecnológico em tal setor. Esse aprendizado pode ser compreendido ainda pelo desenvolvimento de conhecimento derivado do ambiente no qual está inserida a firma, o que pode acarretar um conjunto de externalidades positivas e, conseqüentemente, melhoramentos em produtos e processos.

Por último, o *learning by searching*, que ocorre internamente à empresa através da formalização de atividades ligadas ao desenvolvimento e geração de novos conhecimentos, como, por exemplo, atividades de P&D. Tal forma de aprendizado se constitui como resultado de uma estrutura organizacional que possui o objetivo de promover inovações e melhorias

(gerar inovações incrementais e radicais), sendo, na maioria das vezes, realizadas por grandes empresas ou governos.

As constantes modificações nos processos produtivos devido à emergência de um novo paradigma, o paradigma da TIC, colocam a capacidade de aprendizado como uma das principais formas de as empresas manterem suas vantagens competitivas, e nas palavras de Lundvall (2006b), *the speed up in the rate of change that brings us into a learning economy where the capability to learn becomes more important than given sets of specific capabilities*. Neste novo modelo de economia, a mudança mais importante não é o uso mais intensivo de conhecimento, e sim o fato dele se tornar mais rapidamente obsoleto. Para Lundvall (2006b, p. 8), *“the background for the crucial importance of learning is that the combination of globalisation, information technology and deregulation of formerly protected markets leads to more intense competition and to more rapid transformation and change”*.

Pode-se, inclusive, definir o aprendizado como a “aquisição de diferentes tipos de conhecimento, competências e capacitações” (JOHNSON; LUNDVALL, 2005, p. 102) que tornam o indivíduo ou a organização mais bem-sucedidos. É importante, neste ponto, definir então as diferenças existentes entre os conceitos de “dado”, “informação” e “conhecimento”, que estão resumidas no Quadro 2. O conceito de dado se refere a um conjunto de números, fatos e símbolos. O dado, por si só, não nos leva a uma compreensão de determinado fato. Entretanto, se lhes for atribuído um significado especial, através de mecanismos de codificação, eles se transformam em informação.

Dados	Informação	Conhecimento
Simple observação sobre o estado do mundo	Dados dotados de relevância e propósito	Informação valiosa da mente humana. Inclui reflexão, síntese e contexto
Facilmente Estruturado	Requer unidade de análise	De difícil estruturação
Facilmente obtido por máquinas	Exige consenso em relação ao significado	De difícil captura em máquinas
Freqüentemente quantificado Facilmente transferível	Exige necessariamente a mediação humana	Freqüentemente tácito De difícil transferência

Quadro 2 – Dados, Informações e Conhecimento

Fonte: Davenport; Prusak, 1998, p. 18.

Já o conhecimento compreende a informação e envolve também a experiência e depende do enfoque de quem está lidando com determinada informação. Para Lundvall (2006b, p.4-5), *“it is only when the human mind activates information that it gets the status of knowledge”*.

(...) information is a commodity that is capable of yielding knowledge; and knowledge is identified with information-produced (or sustained) belief. As this formulation makes clear, the line of causation is from information to knowledge. Knowledge is processed information. (FRANSMAN, 1994, p.715).

O conhecimento é um conceito que também pode ser classificado de diferentes formas na literatura econômica. Uma das principais formas é a encontrada em Lundvall (2006), que o divide em quatro categorias: *know-what*, *know-why*, *know-how* e *know-who*.

A primeira é chamada de *know-what* e concerne ao conhecimento sobre fatos, normalmente chamado de informação e pode ser facilmente transformado em dados, o que requer uma boa capacidade de transmissão e estocagem de informações. O segundo, *know-why*, se refere ao conhecimento sobre princípios e leis que movem a natureza, a mente humana e a sociedade. Este tipo de conhecimento pode ser extremamente importante para o desenvolvimento tecnológico em certas áreas de ciência básica. O *know-how* diz respeito às habilidades de se fazer algo e ganha importância na medida em que a informação torna-se mais complexa e abundante, de forma a adquirir um papel-chave, ao ser expresso por meio do conhecimento pessoal na forma de capacidades, baseadas na experiência, para interpretar e dar sentido a complexos padrões emergentes (JOHNSON; LUNDVALL, 2005). Por fim, o *know-who* é um tipo de conhecimento que envolve informação sobre “quem sabe o quê” e “quem sabe o que fazer”. É necessário, para isso, ter habilidade social para cooperar e se comunicar com *experts* no assunto desejado.

O conhecimento humano existe sob diversas formas e pode ser articulado explicitamente ou manifestado implicitamente (conhecimento tácito), e justamente a interação entre estas duas formas pode propiciar a geração de novos conhecimentos.

Tacit knowledge is that which is difficult to articulate in a way that is meaningful and complete. The fact that we know more than we can tell speaks to the tacit dimension. Stand-alone codified knowledge – such as blueprints, formulas, or computer code – need not convey much meaning. (TEECE, 1998, p.63).

É possível, inclusive, listar algumas diferenças relevantes entre os dois tipos de conhecimento. A primeira delas se refere à possibilidade de codificação e aos mecanismos de transferência. O conhecimento explícito é também um conhecimento codificado, já que parte do conhecimento humano pode ser especificado ou comunicado verbalmente ou na forma de símbolos (documentos escritos, programas de computador, entre outros). A facilidade na comunicação e na transferência é uma propriedade fundamental para a codificação do conhecimento.

O conhecimento tácito, por sua vez, é um conhecimento intuitivo, não articulável e que não pode ser facilmente codificado e transferido. Segundo Polanyi (apud LAM, 1998, p.6), “*we know more than we can tell*”, em decorrência de grande parte do conhecimento humano ser ocupada por conhecimento que não pode ser articulado. O conhecimento tácito não pode ser especificado em detalhes e somente pode ser revelado através da prática. As principais vantagens e desvantagens do conhecimento tácito e explícito podem ser observadas no Quadro 3.

Conhecimento Tácito	Conhecimento Explícito
Vantagens	
Relativamente fácil e sem custos	Conhecimento articulado pode ser transferido instantaneamente
Empresas podem responder bem ao reconhecimento do conhecimento	Conhecimento codificado pode ser disseminado para pessoas que podem utilizar formas específicas de conhecimento
É possível criar interesse no processo de gerenciamento do conhecimento	Conhecimento explícito pode ser discutido e debatido
O conhecimento guardado na forma tácita pode ser mais difícil de se copiar pelos outros competidores	Utilizar conhecimento explícito facilita descobrir falhas no conhecimento da organização
Desvantagens	
Indivíduos podem não ter o conhecimento que acham que possuem	Tempo considerável é requerido para as pessoas adquirirem o conhecimento articulado
Conhecimento dos indivíduos necessitam de atualizações frequentes	Relação Empresa-Empregado pode ter que ser redefinida para motivar a articulação do conhecimento
Habilidade para transferir o conhecimento e a velocidade de disseminação em uma empresa	Comissão de Experts é necessária para avaliar o conhecimento explícito da empresa
Organizações podem perder conhecimento chaves se pessoas chaves deixarem a firma	Aplicação de conhecimento explícito pode ser assegurado pela adoção das melhores práticas

Quadro 3 – Vantagens e Desvantagens do Conhecimento Tácito e Explícito

Fonte: SANCHEZ, 2000, p.21.

Outra diferença relevante é quanto aos métodos de aquisição e acumulação de conhecimento. O conhecimento explícito pode ser generalizado pela dedução lógica e adquirido por estudos formais. O conhecimento tácito, por estar baseado na experiência, pode apenas ser adquirido por meio da prática, expressando-se através do mecanismo de *learning by doing*. Como mencionado por Nonaka e Takeuchi (1997, p.21-22), “*the variety of experience and the individual’s commitment and involvement in the context are critical factors in determining the generation and accumulation of tacit knowledge*”.

O conhecimento explícito pode ser facilmente codificado e agregado em um local simples e arquivado de formas objetivas. Por sua vez, o conhecimento tácito é pessoal e

depende do contexto, de forma que sua distribuição não pode ser facilmente realizada, sendo somente apropriável através da aplicação direta.

Embora seja possível fazer uma distinção conceitual entre os dois tipos de conhecimento, deve-se deixar claro que os dois são mutuamente constituídos. O novo conhecimento é gerado através da interação dinâmica e da combinação destes dois tipos de conhecimento (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

É necessário compreender, porém, que o conhecimento tácito sempre será uma parte importante no processo produtivo e nas atividades de inovação e, a natureza inerentemente tácita de grande parte do conhecimento humano mostra que há limites naturais para a codificação do conhecimento, mesmo com os avanços mais recentes.

Knowledge that can be expressed in words and symbols represents only the tip of the iceberg of the entire body of possible knowledge. Codification inevitably involves a data sacrifice; some part of the knowledge will always stay behind the minds of the knowing subject. More importantly, the creation of new knowledge in itself will necessarily involve the use and generation of tacit knowledge. (LAM, 1998, p.7-8).

Na economia do aprendizado, em que o ritmo de mudanças é elevado, o conhecimento tácito permanece no centro do conhecimento individual e também do coletivo. Uma vez que a codificação é de alto custo, é mais adequado iniciá-la apenas quando existe um elevado grau de continuidade nos problemas a serem enfrentados.

Os autores Nonaka e Takeuchi (1997), ao partir do pressuposto de que o conhecimento é resultado da interação social, propõem quatro modos de conversão do conhecimento tácito em explícito e vice-versa, que pode ser observado na Figura 1.

O primeiro modo é chamado de socialização, no qual o conhecimento tácito é convertido em conhecimento tácito, pelo do compartilhamento de experiências, pela observação, prática e imitação. O segundo modo é chamado de externalização, e o conhecimento tácito se transforma em conhecimento explícito, mediante o processo de interação, diálogo e reflexão coletiva, sendo a indução e a dedução os métodos mais utilizados para este processo. Segundo Nonaka e Takeuchi (apud ABREU; ABREU, 2003), a externalização é a chave para a criação do conhecimento, pois cria conceitos novos e explícitos a partir do conhecimento tácito. Por sua vez, o terceiro modo, a combinação, converte conhecimento explícito em conhecimento explícito, mediante a sistematização de conceitos em um sistema de conhecimentos. E, por fim, a internalização, trata de converter o conhecimento explícito em conhecimento tácito, através da incorporação de experiências vivenciadas à base do conhecimento do indivíduo.

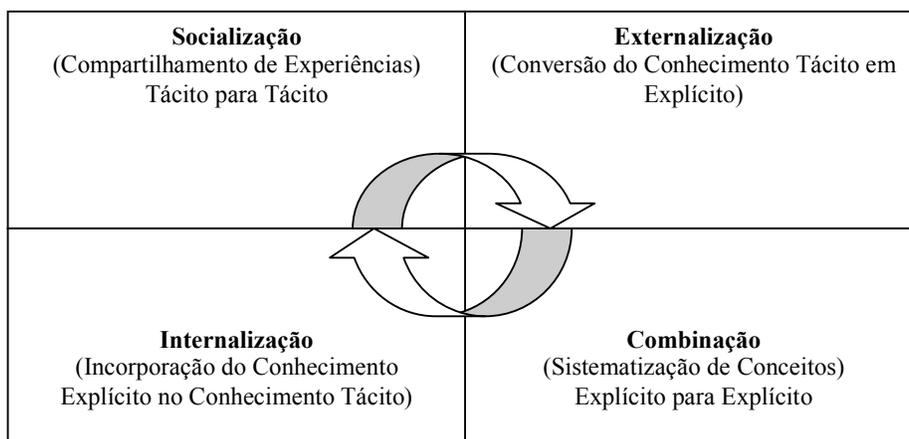


Figura 1 – Espiral do Conhecimento

Fonte: Nonaka; Takeuchi, 1997.

O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação tem um impacto duplo na codificação do conhecimento tácito: (1) fornece incentivos maiores e procedimentos mais efetivos para a codificação; (2) o crescimento na quantidade de informação acessível por agentes econômicos aumenta a demanda por capacitações na seleção e na utilização inteligente da informação (JOHNSON; LUNDVALL, 2005).

A chave para a criação de conhecimento organizacional está na capacidade de converter conhecimento individual tácito em conhecimento coletivo. O conhecimento individual é parte do conhecimento da organização e é adquirido educação formal e da experiência. Tal conhecimento pode também ser transferível, mas apresenta problemas para retenção e acumulação.

Por sua vez, o conhecimento coletivo se refere ao conhecimento distribuído e acumulado pela organização através de suas rotinas, procedimentos e normas, além da interação entre seus membros, representando a memória da empresa.

As dimensões, tácito/explicito e individual/coletivo, do conhecimento dão origem a quatro novas formas de classificação do conhecimento, que já foram sugeridas por Collins (1993) e Blacker (1995) e são apresentadas por Lam (1998): *Embrained knowledge* (Conhecimento Padronizado), *Embodied knowledge* (Conhecimento Encorpado), *Encoded knowledge* (Conhecimento Codificado) e *Embedded knowledge* (Conhecimento Enraizado).

A primeira categoria, chamada de *Embrained Knowledge* (Conhecimento Padronizado), se relaciona com as dimensões individual e explícita do conhecimento. É um conhecimento dependente das habilidades conceituais. É formal, abstrato e teórico, como, por exemplo, o conhecimento científico. É geral e passível de transferência, pois pode ser usado e

aplicado para diferentes situações. É homogêneo e pode ser adquirido pela educação e treinamento, expressando-se por meio do *learning by studying*.

O próximo é chamado de *Embodied knowledge* (Conhecimento Encorpado) e faz referência às dimensões tácita e individual. Pode ser definido como uma ação orientada, a prática, o tipo individual de conhecimento, o *know-how*. Nonaka e Takeuchi (1994) usam o termo “conhecimento da experiência” para denotar os fatos que são criados através do *learning by doing*. Este tipo de conhecimento geralmente não pode ser dissociado da aplicação e se dá em um contexto específico.

Outra categoria é chamada de *Encoded Knowledge* (Conhecimento Codificado) e se refere às dimensões coletiva e explícita. É o conhecimento convertido em sinais e símbolos e muitas vezes chamado de informação, fazendo referência ao *know-what*. É um conhecimento formal e, por ser codificado, é de fácil transferência. É o conhecimento público de livre acesso e que pode ser entendido e usado. Este tipo de conhecimento é inevitavelmente simplificado, seletivo e parcial.

A última categoria é chamada de *Embedded Knowledge* (Conhecimento Enraizado) e se refere a forma coletiva e tácita do conhecimento que reside nas rotinas organizacionais, nas práticas e nas normas. Este conceito tange ao tipo de conhecimento que reside no complexo relacionamento social das equipes e que não pode ser facilmente articulado e transferido, e até certo ponto pode ser relacionado ao *know-how*. O conhecimento enraizado é uma forma emergente de conhecimento capaz de suportar padrões complexos de interação.

1.5 – Padrões Setoriais de Inovação

Em geral, turbulências nas atividades de inovação parecem ser características fundamentais na evolução industrial. Entretanto, a evolução industrial aparece caracterizada também por graus notáveis de persistência nas atividades inovativas de um grande número de firmas de uma indústria, de modo que existam similaridades e diferenças entre os setores quanto às fontes, à natureza e aos impactos das inovações.

Para a formulação neoclássica original, a nova tecnologia se difunde instantaneamente por todos os setores, considerada inclusive como um fator exógeno ao processo de produção. Contudo, tal construção teórica apresenta duas limitações importantes, ao tornar exógena a produção de tecnologias e inovações e por não refletir a variedade de fontes, natureza e usos de inovações.

Todavia, como demonstra Pavitt (1984), a maior parte do conhecimento tecnológico não se mostra como facilmente reproduzível em qualquer setor econômico ou firma, mas como uma informação específica a empresas e aplicações, cumulativa em seu desenvolvimento e, conseqüentemente, variável entre setores, tanto em relação a fontes quanto à direção.

Podem ser observadas, inclusive para Malerba e Orsenigo (1997), grandes e significantes diferenças intersetoriais nos graus de entrada e saída tecnológica, turbulência e estabilidade ou, ainda, variedade e persistência. Por exemplo, as firmas inovadoras no setor eletrônico são relativamente grandes e desenvolvem inovações para uma ampla série de grupos de produtos específicos dentro do seu setor principal e para poucos grupos de produtos fora de seu setor, enquanto que as firmas no setor de mecânica e instrumentos de precisão são relativamente pequenas e especializadas e em constante ligação com as grandes empresas de setores intensivos em escala (metalurgia e veículos) que contribuem para a tecnologia de processo. Em outros ainda, como o setor têxtil, a maioria das inovações são de processo e obtidas através do contato com fornecedores (PAVITT, 1984).

As diferenças na estrutura de atividades inovativas podem ser relacionadas à distinção fundamental entre o Marco I e o Marco II de Schumpeter. Segundo Breschi, Malerba e Orsenigo (2000), o Marco I de Schumpeter é caracterizado pela “destruição criadora” com facilidade de entrada tecnológica e um papel fundamental atribuído aos empreendedores e às novas firmas nas atividades de inovação. Em geral, se encontram condições de alta oportunidade, baixa apropriabilidade e baixa cumulatividade.

O Marco II pode ser caracterizado pelo termo “acumulação criativa”, com a existência de grandes firmas estabelecidas e a presença de barreiras relevantes à entrada de novos inovadores. Através do estoque de conhecimento acumulado em áreas tecnológicas específicas, das competências em P&D, dos recursos financeiros relevantes as grandes firmas estabelecidas conseguem criar barreiras à entrada para novos empreendedores e pequenas firmas. É marcado por condições de alta oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade.

De acordo com Malerba e Orsenigo (1997), avaliando o ciclo de vida de uma indústria, o padrão de atividade de inovação do Marco I pode se transformar no padrão do Marco II. Na história da indústria, quando mudanças tecnológicas estão ocorrendo muito rapidamente, a incerteza é elevada e as barreiras à entrada são muito baixas, de forma que novas firmas se tornam inovadoras e se tornam o elemento-chave na dinâmica industrial.

Quando a indústria se desenvolve e a mudança tecnológica se transforma em uma trajetória bem definida, as economias de escala, as curvas de aprendizado, as barreiras à

entrada e os recursos financeiros se tornam importantes para o processo competitivo. Grandes firmas com poder monopolístico assumem a fronteira do processo inovativo e o padrão de atividades de inovação do tipo Marco II pode novamente se transformar em um padrão do tipo Marco I.

Uma análise setorial que pode ser realizada através dos padrões tecnológicos foi apresentada por Pavitt (1984). O autor classifica as empresas em três setores distintos (um grupo se subdivide), levando em conta os graus de intensidade tecnológica incorporados em cada um. O estudo procurou classificar as indústrias como usuárias e produtoras de tecnologia em três grandes grupos: (a) dominados por fornecedores; (b) firmas intensivas na produção; e (c) setores baseados em ciência.

As firmas dominadas pelos fornecedores encontram-se principalmente nos setores tradicionais da produção industrial e na agricultura, construção civil, produção doméstica informal e em muitos serviços pessoais, financeiros e comerciais. Elas são, normalmente, pequenas e suas capacitações de engenharia e P&D interna são fracas. Elas se apropriam menos de vantagens tecnológicas, quando comparadas a qualificações profissionais, aparência estética, marcas e propaganda. As trajetórias tecnológicas são definidas, portanto, por redução de custos.

Firmas dominadas pelos fornecedores geralmente dão uma contribuição secundária as suas tecnologias de processo e de produto. A maior parte das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e materiais, embora algumas vezes os grandes clientes, a pesquisa com financiamento oficial e a extensão dos serviços também dêem sua contribuição. Como exemplo, podemos citar a indústria têxtil, vestuário, calçados e mobiliário.

As firmas intensivas em produção podem ser decompostas em duas categorias: produtores em larga escala e fornecedores especializados. No primeiro caso, as firmas inovadoras produzem uma proporção relativamente grande de suas próprias tecnologias de processo para as quais elas destinam uma proporção relativamente elevada de seus próprios recursos inovativos. As firmas inovadoras também são relativamente grandes; têm um nível relativamente elevado de diversificação tecnológica vertical na direção de equipamentos relacionados as suas próprias tecnologias de processo e dão uma contribuição relativamente grande às inovações produzidas em seus setores de atividade principal. Como exemplo, as indústrias de bens duráveis eletrônicos e automóveis.

No caso dos fornecedores especializados, eles também produzem uma proporção relativamente grande de suas próprias tecnologias de processo, mas o foco principal de suas atividades inovativas é a geração de inovações de produto para uso em outros setores. As

firmas inovadoras são relativamente pequenas; sua diversificação tecnológica é pequena, seja verticalmente ou não, e elas não fazem uma contribuição relativamente grande a todas as inovações produzidas em seus setores de atividade principal, nos quais os usuários e as firmas de outros setores dão contribuições significativas. A indústria mecânica e de instrumentos de engenharia se encaixam neste segmento.

Por sua vez, as firmas baseadas em ciência podem ser encontradas nos setores químico e elétrico-eletrônico, por exemplo. As fontes de tecnologia são as atividades de P&D das firmas desses setores, baseadas no rápido desenvolvimento das ciências subjacentes nas universidades e em outros estabelecimentos. O desenvolvimento de sucessivas ondas de produtos depende do desenvolvimento prévio da ciência básica relevante. A difusão de conhecimento e sua aplicação têm ditado a trajetória tecnológica das firmas de setores baseados em ciência. Dada a sofisticação da tecnologia e das ciências subjacentes, tem sido difícil a entrada de firmas fora do setor.

As firmas apropriam-se da liderança inovativa por meio de uma combinação de métodos (patentes, segredos, defasagens técnicas naturais e habilidades específicas). As economias dinâmicas de aprendizado têm sido uma importante barreira à entrada de imitadores em tecnologias de processo contínuo e na montagem em larga escala.

As firmas produzem uma proporção relativamente grande de suas próprias tecnologias de processo, assim como uma elevada proporção de inovações de produto que são usadas em outros setores. São relativamente grandes, sua diversificação é principalmente concêntrica/de conglomerado, mais do que vertical e elas produzem uma proporção relativamente grande de todas as inovações geradas em seus setores de atividade principal.

1.6 – Estratégias Tecnológicas

Em um cenário de mudanças tecnológicas, em constante evolução ou mais lentas, as firmas adotam estratégias de modo a acompanhar as tendências do mercado. O comportamento futuro da empresa depende do que já foi realizado no passado, de forma que as estratégias adotadas descrevem, portanto, sua trajetória tecnológica.

O processo de inovação e difusão tecnológica, que pode ser incentivado ou inibido pelas dimensões técnico-econômicas da tecnologia, está fortemente baseado na concorrência, fonte e resultado das assimetrias. A diversidade, que se constitui no pressuposto fundamental para o processo de geração e difusão das novas tecnologias, manifesta-se através de três dimensões: assimetrias tecnológicas, variedade tecnológica e diversidade comportamental (Dosi, 1988).

As assimetrias tecnológicas refletem as diferentes capacidades tecnológicas das firmas de um determinado setor em inovar, os seus diferentes graus de êxito na adoção de novas tecnologias, no uso de novos produtos e novos processos e as suas estruturas de custo, refletindo também o histórico de cada empresa quanto ao processo inovativo implementado ao longo do tempo.

A variedade tecnológica se relaciona à adoção de diferentes tecnologias por parte das firmas de uma indústria, em função das características específicas de seus processos de busca e das diferenças em relação às combinações de insumos e produtos utilizadas, mesmo que suas estruturas de custo e suas capacitações tecnológicas sejam semelhantes.

A diversidade comportamental tem origem na incerteza que funda a racionalidade dos agentes econômicos, dando ensejo a diferentes tipos de comportamento adotados pelas firmas, segundo orientações estratégicas distintas. A diversidade comportamental se baseia nas distintas estratégias competitivas das firmas – tanto em relação ao nível, quanto à composição de seus investimentos, sobretudo em P&D – e nas diferenças em seus procedimentos e critérios empregados nos processos de decisão, inclusive em relação às variáveis tecnológicas (POSSAS, PONDÉ, FAGUNDES, 1997).

A estratégia tecnológica é definida com base na trajetória, na seleção de mudanças do ambiente, no comportamento das empresas e na forma como a organização trabalha o conhecimento. A busca de uma estratégia nada mais é do que a busca por especialização para se manter no mercado. As estratégias não conseguem escapar dos paradigmas tecnológicos nos quais estão inseridas. Freeman (1974) procurou enfatizar a sua abordagem na tecnologia e nos impactos para as firmas, colocando o progresso tecnológico como indutor das transformações nas estruturas das firmas, indústrias e de mercado. As empresas seriam empregadoras de estratégias dinâmicas, tecnológicas e competitivas de forma a superar a própria sobrevivência no mercado, que é cada vez mais seletivo.

As estratégias definidas por Freeman (1974) são classificadas em seis grupos, a saber: (1) ofensivas, (2) defensivas, (3) imitativas, (4) dependente, (5) tradicional e (6) oportunista e cujas características são apresentadas no Quadro 4. As estratégias ofensivas e defensivas são aquelas que mais focam no desenvolvimento intensivo de P&D, embora a defensiva seja em grau menor do que a primeira. As demais estratégias são praticamente reativas à posição adotada pela empresa líder do mercado.

Estratégia	Características
Ofensiva	Caracterizada por elevado investimento em P&D. É utilizada por empresas que querem estar na liderança do mercado. Marcada pela introdução constante de novos produtos. Possuem um forte setor interno de P&D. Geralmente, são grandes empresas estabelecidas, ou em menor número, pequenas e novas empresas arrojadas.
Defensiva	O investimento em P&D é uma forma de manter a liderança. Periodicidade e natureza das inovações diferentes daqueles que adotam a estratégia ofensiva. Introdução de inovações incrementais para melhoria de produtos e redução de custos. Comum em países desenvolvidos menores.
Imitativa	O foco é em sistema de informação e seleção de aspectos de geração de tecnologias próprias necessitando trabalhar aspectos institucionais e legais de licença e know-how. Apenas quer seguir as tendências de mercado. Necessita ter algumas vantagens, como mercado cativo, localização estratégica, proteção tarifária, entre outras. O departamento de P&D tende a ser especializado em adaptação de produtos.
Dependente	Firmas não estão preocupadas em estabelecer P&D, mas sim em estabelecer relações de dependência institucional com outras firmas de maior expressão. Geralmente são subcontratadas de empresas maiores. Adoção de inovações é decorrência dos pedidos dos clientes.
Tradicional	Não adotam mudanças porque o mercado não pede alterações e a concorrência não estimula também. São nulas em ciência e tecnologia, mas possuem capacidade de imitar as empresas líderes apenas com pequenas mudanças na apresentação de inovações. Operam em condições extremas de competição. Acesso mínimo a tecnologia.
Oportunista	A firma procura ocupar nichos de mercado não preenchidos pelas grandes e médias firmas. Inexiste política de P&D. Apresentam características similares àquelas que adotam estratégias tradicionais, entretanto, são mais vulneráveis as mudanças tecnológicas endógenas e podem inovar com a identificação de alguma oportunidade ou nicho de mercado.

Quadro 4 – Estratégias Tecnológicas de Freeman

Fonte: Freeman, 1974

A dinâmica concorrencial na perspectiva evolucionária/neoschumpeteriana, ao colocar as inovações no centro das mudanças capitalistas e criar elementos que busquem explicar como elas surgem e quais são seus impactos, fornece um arcabouço fundamental para explicar como a mudança tecnológica é explicada por elementos endógenos.

A inovação tecnológica se coloca como um fator determinante para a definição de paradigmas e trajetórias tecnológicas. As empresas, como forma de estratégia neste novo ambiente, passam a criar infra-estrutura tecnológica, desenvolvem e aperfeiçoam formas de aprendizado, interagem com centros de pesquisa, públicos ou privados, e tentam dificultar a imitação de resultados inovativos.

1.7 – Inovação e estrutura de mercado

O ambiente no qual os agentes econômicos implementam suas estratégias é o mercado. E embora esteja exposto aos mesmos sinais de mercado, a percepção das ameaças e

das oportunidades que o mercado oferece difere entre as empresas em função de suas histórias de desenvolvimento (*path dependence*), de distintas habilidades (aprendizado), de sua compreensão das estratégias mais adequadas ao sucesso no mercado e de tendências econômicas de seu ambiente externo.

A relação que costumeiramente se tenta provar entre estrutura industrial e investimentos em P&D deriva da “hipótese schumpeteriana”, “que associa uma maior intensidade de inovação às grandes empresas” (KUPFER, 2002, p.140). Ainda segundo Kupfer (2002), diversos estudos empíricos realizados a partir de 1960 deram origem a duas proposições importantes, mas independentes, tais como: (1) a inovação cresce mais que proporcionalmente com o tamanho da empresa; e (2) a inovação cresce com a concentração do mercado.

Conforme Dosi (2006), a estrutura de mercado é função dos padrões de mudança tecnológica, tanto quanto esta é função daquele. Vários estudos sugerem a existência de diversas estruturas industriais correspondentes a diferentes estágios no desenvolvimento de uma tecnologia.

(...) as inovações implicam um poderoso processo de substituição de antigos produtos por novos (ou aperfeiçoados). Esse processo de destruição criativa, na terminologia schumpeteriana, associa-se a uma mudança do equilíbrio relativo entre as empresas – e, freqüentemente, também entre os ramos. As empresas que obtiveram sucesso na inovação e/ou na exploração comercial das inovações crescem mais rapidamente e aumentam suas participações de mercado em relação às empresas retardatárias – estas podem até desaparecer no final. (DOSI, 2006, p.143).

Diferentes estruturas de mercado podem estar associadas aos períodos de emergência de novos paradigmas tecnológicos, bem como aos períodos relacionados ao progresso normal por trajetórias tecnológicas estabelecidas. Nas duas etapas, pode-se encontrar forças oligopolistas. No primeiro caso relacionado às diferentes aptidões inovadores/imitativas das empresas e as economias dinâmicas associadas a tais aptidões (aprendizado através da prática), assim como à descoberta de novos mercados, que desfrutam de “oligopólios temporários nos agrupamentos de inovações” (DOSI, 2006, p. 139).

No caso das trajetórias já estabelecidas, o poder de oligopólio pode ser originado pelas barreiras a entradas obtidas pela cumulatividade do desenvolvimento tecnológico e as economias de escala (nesse caso estáticas), ou como destaca Dosi (2006, p.140), “sempre que as trajetórias tecnológicas apresentam cumulatividade e grande apropriabilidade privada, provavelmente se desenvolve uma estrutura oligopolista mais estável”. Neste cenário, ainda, a

produção e a exploração dos avanços da tecnologia se tornam mais próximas, e a mudança técnica pode, inclusive, se tornar parte do padrão de concorrência oligopolista.

A existência de altos graus de concentração em determinados setores pode estar atrelada, para Nelson e Winter (1982) a altas oportunidades tecnológicas no passado e a altos graus de apropriabilidade das inovações. Nas palavras de Dosi (2006, p.142), “é provável que uma empresa seja grande porque foi bem-sucedida cumulativamente em sua atividade de inovação”.

Nelson e Winter (1982) e Malerba (1992) apresentam um modelo no qual buscam se afastar das suposições tradicionais e propõem um modelo evolucionário das estruturas produtivas sob condições de mudanças técnicas, o que mantém certas características schumpeterianas.

Entre as características deste modelo, exibidas por Dosi (2006), podem-se destacar: (a) as firmas empreendem atividades de inovação ou imitação em função de seu tamanho e de sua posição frente às empresas situadas na fronteira; (b) as estruturas de mercado são endógenas; (c) para cada firma as probabilidades de sucesso na inovação estão correlacionadas através do tempo, seqüencialmente; (d) as firmas bem-sucedidas podem contar com margens unitárias “acima do normal”; (e) a concentração constitui uma função positiva das oportunidades tecnológicas e das dificuldades de inovações imitativas; (f) as firmas líderes do mercado podem exercer seu poder de monopólio e aumentar a concentração.

Apesar dos diversos trabalhos empíricos realizados na tentativa de se comprovar a “hipótese schumpeteriana”, não foi possível chegar a um resultado conclusivo sobre o tema. Entre os argumentos mais utilizados, de acordo com Kupfer (2002), para justificar a hipótese do efeito positivo do tamanho da empresa ou do grau de concentração do mercado sobre a atividade de inovação, pode-se citar: (a) as imperfeições do mercado de capitais, de forma que as grandes empresas possuem maiores vantagens, por terem acesso mais fácil ou por terem recursos próprios; (b) a existência de economias de escala na tecnologia, fruto da indivisibilidade de alguns equipamentos; (c) os elevados custos fixos da inovação; (d) a complementaridade com outros ativos nas grandes empresas que permite o aumento da produtividade de P&D; (e) o melhor posicionamento das grandes empresas para enfrentar os resultados incertos do processo de inovação.

Do mesmo modo, os contra-argumentos mais utilizados para derrubar a “hipótese schumpeteriana” se refere às deseconomias de escala provocadas por perda de controle gerencial, da redução da eficiência das atividades de P&D, da perda de incentivo ao espírito empreendedor decorrente do aumento da burocratização de tal atividade.

1.8 - Síntese Conclusiva

A análise realizada pela teoria evolucionista aponta para a importância do tratamento da questão tecnológica como um fator endógeno no desenvolvimento capitalista, ao contrário da teoria neoclássica tradicional, em que a mesma é considerada exógena e de fácil acesso. Ao se considerar a endogeneidade deste processo, também se coloca como possível a existência de diferenças entre os setores econômicos, uma vez que as condições para o desenvolvimento de avanços técnicos não são iguais para todos, ao mesmo tempo em que se dá ênfase ao caráter cumulativo da tecnologia. A dinamicidade do processo de inovação coloca em xeque as teorias de *demand-pull* e *technology-push* para explicar os avanços tecnológicos e sua importância para as firmas.

Para entender as similaridades e diferenças, ganha importância, portanto, o estudo das formas de aprendizado e o caráter cumulativo do desenvolvimento tecnológico. As empresas se aproveitam também para estimular o processo de aprendizado ao longo do tempo, seja através do próprio processo de produção (*learning by doing*), do uso (*learning by using*), da interação com fornecedores e consumidores (*learning by interacting*), dos avanços da ciência (*learning from advances in science and technology*), do conhecimento da posição dos concorrentes (*learning from inter-industry spillovers*) ou por meio do seu próprio desenvolvimento de atividades de P&D (*learning by searching*).

O desenvolvimento se faz de acordo com o paradigma tecnológico existente, de maneira que este define a direção do progresso técnico, abrindo possibilidades para o surgimento de diversas trajetórias tecnológicas, que se perpetuam através de sua aceitação ou não pelo mercado. Um paradigma, entretanto, não é eterno. Os próprios avanços na ciência e a busca das empresas por novas tecnologias/produtos que lhe garantam uma melhor posição no mercado podem levar a um novo paradigma, enquanto o anterior ainda está vigente.

Neste cenário altamente dinâmico e incerto, as posições das firmas e suas escolhas são expostas pela estratégia tecnológica definida por cada uma. As estratégias demonstram o posicionamento dentro de cada setor quanto à importância do processo de inovação. Em setores que atuam próximos à fronteira tecnológica, por exemplo, é indispensável manter atualizado tecnologicamente sob pena de ser expulso do mercado ao se tornar defasado. Em setores mais tradicionais, as estratégias quanto aos avanços técnicos se resumem, basicamente, às inovações de processos.

CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS DO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

2.1 – Introdução

O desenvolvimento do setor de telecomunicações está atrelado ao do setor de tecnologia da informação. Os avanços neste último permitiram melhorias nos equipamentos e a oportunidade de fornecimento de novos tipos de serviços com maior valor agregado. Os serviços de voz, cada vez mais, perdem espaço para os serviços focados na mobilidade, como telefonia móvel, que no país atingiu mais de 120 milhões de usuários no final de 2007.

Para compreender a dinâmica do setor de TIC e de Telecomunicações, este capítulo se divide em outras cinco seções, a partir desta introdução. Na seção 2.2, é apresentado o novo paradigma da tecnologia da informação e comunicação. A seção 2.3 aborda a importância do desenvolvimento do setor de informática para as telecomunicações. O cenário internacional, a dinâmica do setor de TIC e as características do setor de telecomunicações são mostrados na seção 2.4. Já a seção 2.5 é responsável por trazer as informações sobre o setor de telecomunicações no Brasil, com suas regras e características de mercado. Por fim, a seção 2.6 traz uma síntese conclusiva.

2.2 – O Paradigma da Tecnologia da Informação e Comunicação

A dinâmica do setor de tecnologia da informação é de difícil mensuração pelo fato relacionado à dificuldade de se definir o que é TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) em um ambiente cada vez mais informatizado e globalizado. Um de seus componentes, ao contrário, a Tecnologia da Informação (TI), pode ser definida como a aplicação da tecnologia no processamento de informações. O desenvolvimento do setor de TIC passa pelo crescimento do setor de TI e, conseqüentemente, do setor de informática, principalmente *hardware* e *software*.

Neste contexto, a história do segmento se une à história do próprio ser humano, ao considerar a tecnologia como uma ferramenta que melhore a condição humana, sendo a linguagem a primeira forma de TI. A sociedade, com o passar dos anos, começou a buscar novas formas de lidar com as informações e também de processá-las. Criou-se, portanto, o dígito e o sistema decimal, graças à necessidade de contar. Para auxiliar tal processo, foram

criadas determinadas ferramentas, como o ábaco. O desenvolvimento do comércio e a necessidade de realizar cálculos mais complexos impulsionaram o desenvolvimento científico e a criação de novas ferramentas, desde os mecanismos de contagem até as calculadoras analógicas⁵.

Os avanços da ciência nos campos da física, química e engenharia permitiram que a TI se desenvolvesse ainda mais, com a transição dos sistemas analógicos para os sistemas digitais, que operavam diretamente com os números pelo sistema binário⁶.

O ano de 1958, segundo o Instituto Inovação (2006), foi de extrema relevância para o desenvolvimento deste setor, devido à descoberta de como reunir em uma única pastilha de silício todos os componentes de um circuito eletrônico, criando os circuitos integrados, que dariam origem ao chip, o que possibilitou a produção de computadores em larga escala. Com a abertura de sua plataforma de programação, deu-se início a revolução do *software* e *hardware*.

Conjuntamente com o desenvolvimento da indústria de *software* e de *hardware*, também se desenvolviam as redes de comunicação, responsáveis por uma das funções essenciais que compõem a TI, o transporte de informação. O setor de TIC, assim como o de TI, é formado por três funções essenciais, quais sejam, o processamento, o armazenamento e o transporte de informação.

Tal desenvolvimento foi responsável pelo crescimento da indústria de Telecomunicações, que nos últimos anos cresceu com base na expansão do segmento de telefonia móvel e acesso à internet. Para ilustrar, conforme o IBGE (apud INSTITUTO DA INOVAÇÃO, 2006), a participação do setor de Comunicação no valor adicionado a preços básicos era de 1,38% em 1990 e passa para 2,72% em 2002, representando um crescimento de quase 100%.

As transformações econômicas e sociais oriundas da revolução da microeletrônica não se resumem ao crescimento das novas indústrias ligadas ao complexo eletrônico (FREEMAN; SOETE, 1985). A revolução da informação se coloca como um dos suportes tecnológicos mais importantes do final do século XX e pode ser representada pela convergência entre telecomunicações e informática, possibilitando a transmissão de uma combinação de voz, imagem, som e dados.

⁵ A palavra analógico vem de “análogo”. O termo é usado porque que um dispositivo imita diretamente a informação que quer representar. No caso da primeira calculadora analógica, seu dispositivo baseava-se em discos que giravam de forma análoga ao sistema decimal, sendo que, quando um disco chegava ao algarismo nove, girava em uma unidade o disco posterior e voltava ao valor zero.

⁶ O sistema binário utiliza dois algarismos (0 e 1) para representar os números e realizar cálculos. Em analogia, o sistema decimal utiliza dez algarismos (de 0 a 9) e é o sistema matemático regularmente utilizado.

Justamente a inter-relação da indústria da Computação com a indústria de Telecomunicações formou o que se denomina de Tecnologia da Informação, como mostra a Figura 2 abaixo. Na figura, pode-se observar a intercessão entre indústria da computação e todos os outros setores da economia, uma vez que existe um grande número de *softwares* e equipamentos eletrônicos específicos para cada segmento.

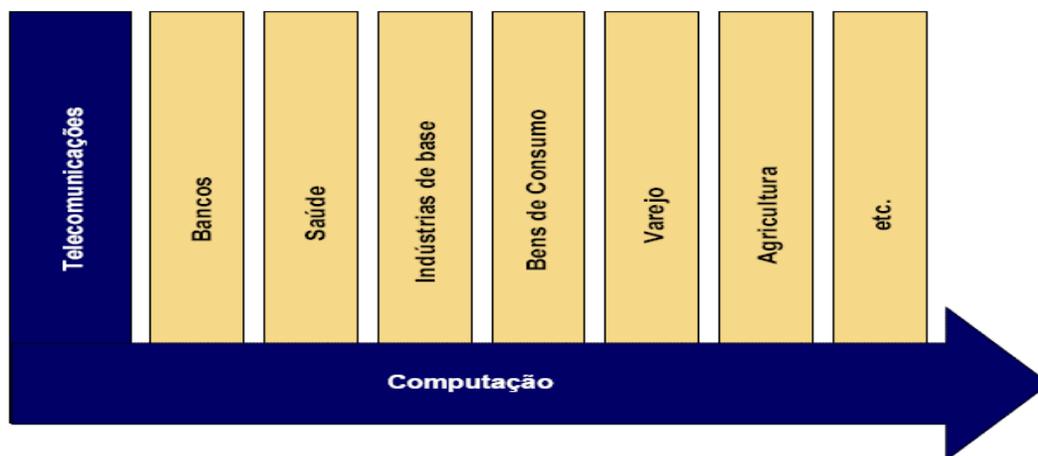


Figura 2 – Tecnologia da Informação

Fonte: Instituto Inovação, 2006.

Para elucidar melhor este tema, a utilização do conceito de Paradigma Tecno-Econômico (PTE) é de grande valia. Este conceito, de acordo com Lastres e Ferraz (1999), resultou de esforços para explicar as diferentes dinâmicas e padrões de geração, uso e difusão de tecnologias e outras inovações.

O conceito de PTE indica o resultado do processo de seleção de uma série de combinações viáveis de inovações (técnicas, organizacionais e institucionais), provocando transformações que permeiam toda a economia e exercendo grande influência no comportamento da mesma. (LASTRES; FERRAZ, 1999, p. 32).

Cada novo paradigma traria uma nova era tecno-econômica, sendo responsável pela criação de setores e atividades; novas formas de gerar e transformar conhecimentos e inovações; produzir e comercializar bens e serviços; definir e implementar estratégias e políticas. As características e o período de duração dos paradigmas tecno-econômicos que já vigoraram podem ser conferidos no Quadro 5. A quinta e atual fase se iniciou no final dos anos 70 e início dos anos 80, com a Revolução da Microeletrônica, tendo como países líderes Japão, EUA, Alemanha e Coréia do Sul, entre outros.

Fase	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta
Início e Término	1770/80 a 1830/40	1830/40 a 1880/90	1880/90 a 1920/30	1920/30 a 1970/80	1970/80 a ?
Descrição	Mecanização	Força a vapor e ferrovia	Energia elétrica, engenharia pesada	Produção em massa (fordismo)	Tecnologias da informação
Fator Chave	Algodão e ferro fundido	Carvão e transporte	Aço	Petróleo e derivados	Microeletrônica e tecnologia digital
Setores alavancadores de crescimento	Têxteis e seus equipamentos; fundição e moldagem de ferro, energia hidráulica	Máquinas e navio a vapor, máquinas ferramentas, equipamentos ferroviários	Engenharia e equipamentos elétricos, engenharia e equipamentos pesados	Automóveis e caminhões, tratores e tanques, indústria aeroespacial, bens duráveis, petroquímicos	Equipamentos de informática e telecomunicações, robótica, serviços info-intensivos, softwares
Infra-Estrutura	Canais, estradas	Ferrovias, navegação mundial	Energia elétrica	Auto-estradas, aeroportos, caminhos aéreos	Redes e sistemas
Outros setores crescendo rapidamente	Máquinas a vapor, maquinaria	Aço, eletricidade, gás, corantes sintéticos, engenharia pesada	Indústria automobilística e aeroespacial, rádio e telecomunicações, metais e ligas leves, bens duráveis, petróleo e plásticos	Fármacos, energia nuclear, microeletrônica, telecomunicações	biotecnologia, nanotecnologia, atividades espaciais
Países líderes	Grã-Bretanha, França e Bélgica	Grã-Bretanha, França, Bélgica, Alemanha e EUA	Alemanha, EUA, Grã-Bretanha, França, Bélgica, Suíça e Holanda	EUA, Alemanha, outros países da CEE, Japão, Rússia, Suécia e Suíça	Japão, EUA, Alemanha, Suécia, outros países da CEE, Taiwan e Coreia
Países em desenvolvimento	Alemanha e Holanda	Itália, Holanda, Suíça, Áustria, Hungria	Itália, Áustria, Hungria, Canadá, Suécia, Dinamarca, Japão e Rússia	Países do leste Europeu, Brasil, México, Argentina, Coreia, China, Índia, Taiwan	Brasil, México, Argentina, China, Índia, Indonésia, Turquia, Venezuela, Egito

Quadro 5 – Principais características dos sucessivos paradigmas tecno-econômicos

Fonte: Freeman, 1974.

O novo paradigma da tecnologia da informação é visto como baseado em um conjunto interligado de inovações em computação eletrônica, engenharia de *software*, sistemas de controle, circuitos integrados e telecomunicações que reduziram os custos de armazenagem, processamento, comunicação e disseminação de informação (VALLE, 1996).

[Tecnologia da Informação e Comunicação] tornou-se o termo geralmente aceito para englobar o espectro em rápida expansão de equipamentos (computadores, dispositivos de armazenagem de dados, redes e dispositivos de comunicação), aplicações e serviços (exemplos: computação de usuário final, atendimento ao usuário, desenvolvimento de aplicações) utilizados pelas organizações para fornecer dados, informações e conhecimento. (LEWIS; LUFTMAN; OLDACH apud LAURINDO, 1995, p. 19).

O novo paradigma, como também a difusão das tecnologias de informação e comunicação, pode ser caracterizado como demonstra o Quadro 6 a seguir. Uma característica importante é a crescente complexidade dos conhecimentos e tecnologias utilizados pela sociedade, assim como da capacidade de codificação. Nesse cenário mais complexo, se torna relevante o aumento dos investimentos em treinamento e qualificação da mão-de-obra, o que, por sua vez, contribui para o aumento do nível de conhecimento tácito.

Conhecimento	Crescente complexidade Aceleração do processo de geração de novos conhecimentos Crescente capacidade de codificação Maior velocidade, confiabilidade e menor custo de transferência, armazenamento e processamento Aprofundamento do nível de conhecimento tácito Maior investimento em treinamento e qualificação
Tecnologia	Crescente complexidade Intensificação do processo de adoção e difusão de inovação Crescente flexibilidade nos processos de produção Redução de tempo, erros e falhas nos processos
Gestão/Estratégia	Mudanças na forma de gestão e organização Maior flexibilidade e integração das diferentes funções da empresa Maior interligação da empresa com outras instituições Novas estratégias e políticas Novas formas de regulação Novos formatos de intervenção governamental

Quadro 6 - Principais características do novo paradigma da tecnologia da informação e comunicação

Fonte: LASTRES; FERRAZ, 1999. Elaboração própria.

A tecnologia, bem como o conhecimento neste novo paradigma, também possui uma crescente complexidade, o que implica a intensificação do processo de adoção e difusão de inovações e, conseqüentemente, a tentativa de flexibilização e redução de erros e falhas no processo de produção.

A parte de gestão e estratégia sofreu modificações em virtude do novo cenário, ocorrendo mudanças inclusive na forma de organização e gestão empresarial, o que acarreta maior integração entre as funções da empresa e contribui para uma maior interligação entre a firma e outras instituições. Novas políticas, estratégias, formas de regulação e de intervenção também tomam forma.

É fato, portanto, que a indústria de TIC está em constante e rápida – por própria característica do setor – evolução e novos padrões tecnológicos sempre surgirão, trazendo consigo novos paradigmas, responsáveis pela substituição dos anteriores.

2.3 - A importância do segmento de TI

Entender a dinâmica do segmento de TI é de fundamental importância para compreender o setor de TIC, devido à alta penetrabilidade das inovações geradas no primeiro, e cujos impactos e aplicações podem ser melhor visualizados em outros setores, como o de telecomunicações, por exemplo.

Na tentativa de compreender melhor a dinâmica do setor, utiliza-se a taxonomia apresentada em um estudo do Instituto de Inovação (2006), que se contrapõe ao artigo exibido por Carr (2003), em que o segundo defende que a importância da TI tem diminuído nas organizações pelo fato de a tecnologia estar tão difundida e de ter se tornando uma *commodity*.

Contrariando tal argumento, o Instituto de Inovação (2006) aponta que apenas uma parte da TI teria se tornado *commodity*, a qual poderia ser chamada de TI Comum. Neste contexto, o estudo aponta a existência de três segmentos de TI:

- TI Comum: enquadra-se nesta categoria toda gama de tecnologias da informação que estão disponíveis de forma consolidada e comercialmente desenvolvida para serem utilizadas nas mais diversas aplicações.
- TI Aplicada: enquadram-se nesta categoria as aplicações das tecnologias disponíveis em TI Comum. Geralmente, são direcionadas a um determinado nicho ou segmento da indústria, devido ao fato de muitas das aplicações serem específicas.

- TI Básica: nesta categoria estão as tecnologias em desenvolvimento. São tecnologias que ainda estão em fase de protótipo nos laboratórios de P&D de empresas e universidades. Também se enquadram nesta categoria os conhecimentos conceituais e os padrões tecnológicos que permitiram o desenvolvimento de tecnologias básicas.

Há ainda os casos em que as tecnologias aplicadas migram para a categoria básica, tornando-se TI Comum. Isto ocorre quando tais tecnologias passam a ser utilizadas por um grande número de indivíduos e acabam tornando-se padrão. Como exemplo, podemos citar o e-mail e o uso do microcomputador.

Na Figura 3 abaixo, pode-se observar um exemplo de matriz de TI aplicada ao armazenamento de dados. Nota-se uma interação entre mercado e ciência marcada pela fronteira entre a TI Básica e a TI Comum. As tecnologias em desenvolvimento da TI Básica, à medida que se tornam comercializáveis, avançam para a TI Comum.

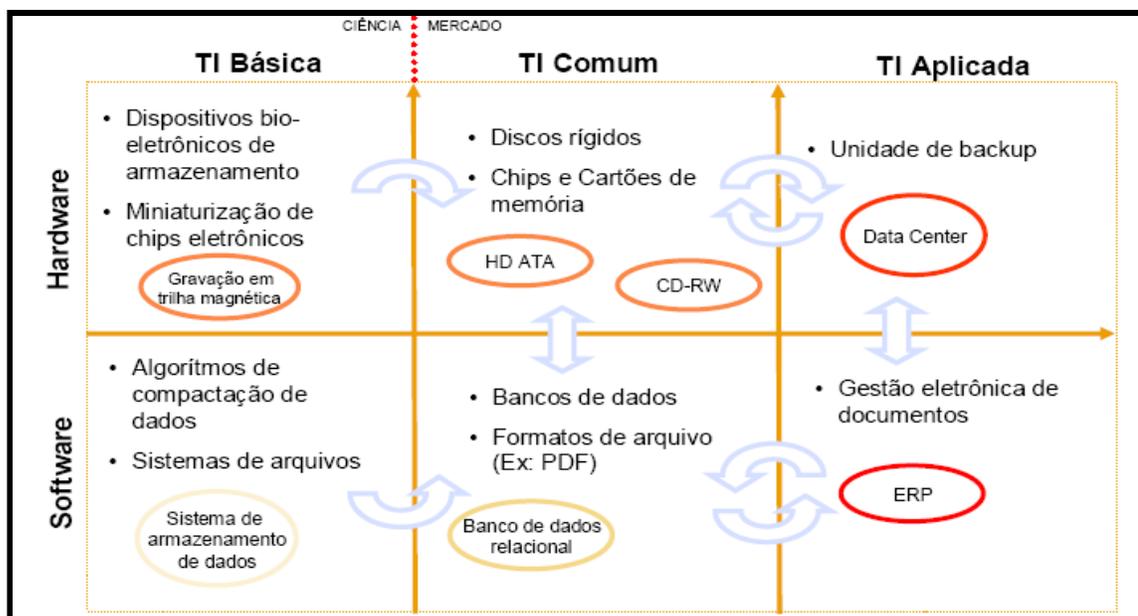


Figura 3 – Matriz de TI – Exemplo de armazenamento de dados

Fonte: Instituto da Inovação, 2006.

Na fronteira entre a TI Básica e a TI Comum, existem também os padrões tecnológicos abertos, ou seja, tecnologias desenvolvidas de forma centralizada, padronizada e pública por uma organização isenta de forma a coordenar a evolução de tal padrão. A padronização evita que diferentes padrões tecnológicos de uma mesma aplicação gerem

incompatibilidades na indústria, que ocorrem, geralmente, quando empresas tentam impor seus formatos proprietários de tecnologia⁷.

Porém, esse esforço de padronização pode levar a alguns problemas, como a perda de domínio comercial sobre certas tecnologias. Desse modo, parte da indústria volta-se para criar aplicações proprietárias totalmente fechadas, ou ainda, utilizando um sistema híbrido, que reserva os direitos de comercialização.

Para entender o dilema da padronização, é necessário compreender que a velocidade com que a indústria cria novos padrões é tão grande que o tempo necessário para que uma empresa imponha seu próprio padrão cria uma barreira de entrada, uma vez que rapidamente surgem evoluções daquela mesma tecnologia. Com tecnologias padronizadas, os novos padrões são adotados de forma coordenada por todos os *players* presentes no mercado, fazendo com que os sistemas sejam compatíveis entre si e tornando a evolução para novas gerações tecnológicas muito mais simples.

Para ilustrar a velocidade dos ciclos tecnológicos na TI, primeiramente apresenta-se a Lei de Moore, na Tabela 1 abaixo. A Lei de Moore, desenvolvida pelo fundador da Intel, Gordon Moore, em 1975, prevê a velocidade de evolução dos microprocessadores, onde o número de transistores por área (determina a capacidade de processamento) dobraria a cada dois anos, enquanto os custos permaneceriam constantes.

Tabela 1 – Complexidade e Evolução dos Circuitos Integrados de 1971 a 2005

Microprocessador	Ano Introdução	Transistors
4004	1971	2.300
8008	1972	2.500
8080	1974	4.500
8086	1978	29.000
Intel 286	1982	134.000
Intel 386	1985	275.000
Intel 486	1989	1.200.000
Pentium	1993	3.100.000
Pentium 2	1997	7.500.000
Pentium 3	1999	9.500.000
Pentium 4	2000	42.000.000
Itanium	2001	25.000.000
Itanium 2	2003	220.000.000
Itanium 2 (9MB cache)	2004	592.000.000
Core Duo	2005	superior a 1.000.000.000

Fonte: Intel, 2006.

⁷ Um exemplo clássico foi a competição entre diferentes formatos de gravação e reprodução de vídeo, na década de 80, que fazia com que fitas para vídeo-cassetes VHS não funcionassem nos modelos baseados na tecnologia BETAMAX.

De acordo com o Instituto da Inovação (2006), a Lei de Moore expressa a fórmula da obsolescência programada e é adotada como mantra pela indústria de TI, onde o preço dos produtos “top de linha” mantém-se sempre constante.

Quando se adotam produtos mais modernos, o preço se reduz, dando lugar a uma nova geração tecnológica, mais eficiente e que assume o lugar do primeiro. Após algum tempo, com a queda do preço, tal tecnologia se difunde no mercado, ao passo que a anterior é descontinuada.

A adoção da “Lei de Moore” garante a constância das margens das empresas e, da mesma forma, consegue dar previsibilidade ao mercado. Com base nesta dinâmica de funcionamento, as grandes empresas realizam os pesados investimentos em P&D, pois é necessário que mantenham o domínio das próximas gerações tecnológicas como forma de manter suas taxas de crescimento, como bem expressa a Figura 4.

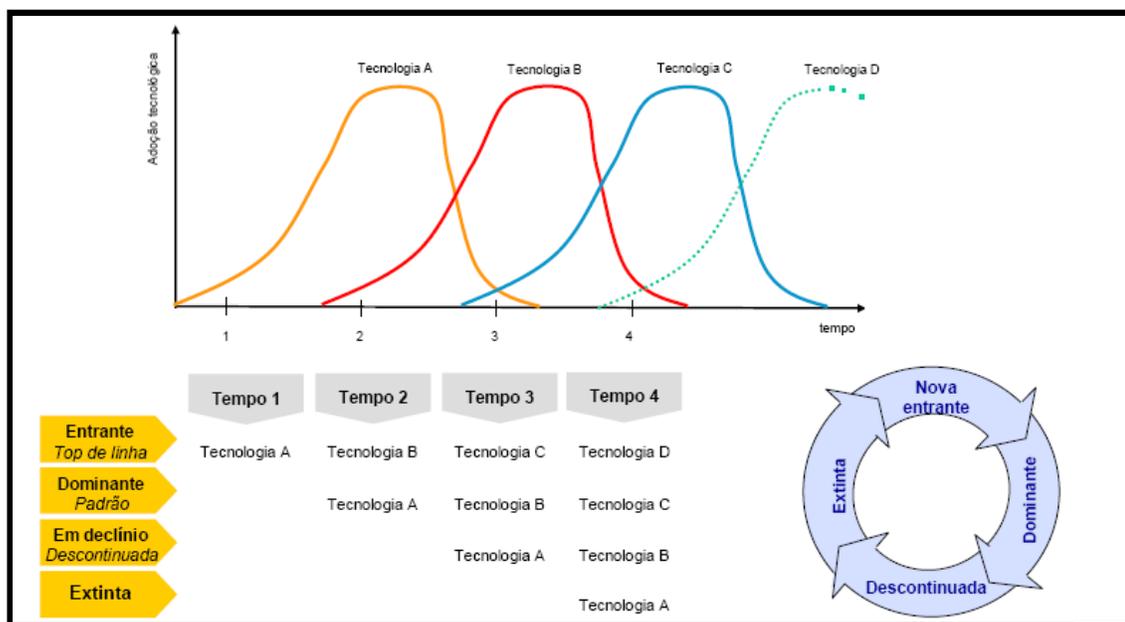


Figura 4 – Ciclo de vida de tecnologias em TI

Fonte: Instituto da Inovação, 2006

Atrelado a esse movimento, existe também uma outra dinâmica, qual seja, a dinâmica voltada ao surgimento de novos mercados a partir de uma nova tecnologia ou de uma nova geração tecnológica.

Dessa forma, as mudanças em curso, proporcionadas pelo novo paradigma tecno-econômico, são responsáveis por provocar uma onda de “destruição criadora” (SCHUMPETER, 1988), em todo o sistema econômico, visto que propiciam o aparecimento

de novos negócios e mercados, e a aplicação das tecnologias da informação e comunicação é responsável pela modernização e revitalização de segmentos tradicionais.

A convergência proporcionada pelo novo paradigma tecno-econômico, através da tecnologia digital e da emergência da multimídia interativa, tem se dado não somente em nível tecnológico. Dá-se também no âmbito dos novos mercados e dos novos serviços que podem ser ofertados pelas empresas de conteúdo informativo, telecomunicações e de tecnologias da informação (GALVÃO, 1999, p. 2).

2.4 - Cenário Internacional de TIC

As transformações tecnológicas nas áreas de microeletrônica, *softwares*, computadores pessoais, supercomputadores, satélites e nanotecnologia, bem como a constituição de redes locais e globais privadas e públicas, contribuíram para a redução de custos e para melhorar a qualidade e abrangência dos sistemas de comunicação.

Essas transformações foram responsáveis pelo aumento do número de empresas e por uma atuação global com unidades de produção e redes de distribuição localizadas em vários continentes. Os países que mais atraíram tais investimentos foram aqueles que construíram os ambientes de negócios mais competitivos, custos de instalação e operação mais baixos, altos investimentos na formação de capital humano e inovação tecnológica.

Dentro das referidas condições, a produção de bens de consumo duráveis, com destaque para a cadeia produtiva de eletroeletrônicos, componentes e produtos eletroeletrônicos finais, se concentrou nos países asiáticos, e a produção de *softwares* foi liderada por empresas localizadas no “Vale do Silício”, nos Estados Unidos.

Os *clusters*⁸, no estilo do Vale do Silício, se caracterizam pela existência de universidades reconhecidas pela excelência no ensino e na pesquisa acadêmica e pelo sucesso alcançado na transferência de conhecimento científico mediante a produção de novas tecnologias.

O desenvolvimento das indústrias de produtos eletrônicos e de *software* apresentou como característica uma forte concentração em um número reduzido de países dos seus centros de pesquisas, como Estados Unidos, países da União Européia, Japão, Coréia do Sul, Índia, Taiwan, Cingapura, Malásia e China.

⁸ O conceito de *clusters* industriais refere-se à emergência de uma concentração geográfica e setorial de empresas, a partir da qual são geradas externalidades produtivas e tecnológicas (BRITTO, 2000, p.6). Entre as empresas que surgiram a partir desse modelo estão grandes *players* mundiais como Xerox e HP.

A partir da década de 90, diversos países iniciaram a tomada de ações na tentativa de desenvolver a chamada “Sociedade da Informação”. O país que capitaneou tais investimentos foi os EUA com os Programas⁹ “*High Performance Computing and Communications*” (HPCC) em 1991/92, com a iniciativa “*National Information Infrastructure*” (NII) em 1993/94 e a idéia da “*Global Information Infrastructure*” (GII) em 1994. O papel de comando exercido pelos EUA se deve a sua já liderança no que concerne à internet e ao redirecionamento de suas indústrias para a questão da alta tecnologia no pós-Berlim.

A União Européia respondeu as propostas adotadas pelos americanos, com atraso, mas de uma forma bem articulada. Segundo Takahashi (2000), o objetivo era impulsionar a informatização interna, reciclar a propensão a propor padrões industriais excessivamente pesados e reforçar a tendência à privatização de telecomunicações.

With ICT investment growing from the start of 2002, the United States led the way out of the downturn. As economic growth improves, the recovery in the ICT sector is spreading to Japan and Europe. Both the United States and Canada saw renewed growth of ICT goods shipments in 2002 (...) The upturn in investment has been concentrated in computers and components, but communications equipment is strengthening as the potential of high-speed broadband, Wi-Fi, voice over internet and video is exploited. (OCDE, 2004, p.13).

Após a crise pela qual passou no ano de 2000, devido ao estouro da chamada “bolha da internet”, da crise dos mercados internacionais (que atingiu o Brasil em 1999) e da quebra de diversas empresas (por exemplo, a WorldCom), o setor está se recuperando, e graças às alterações tecnológicas, vem mudando seu padrão de operação, principalmente, o segmento de telecomunicações.

Na OCDE, a voz continua sendo o principal componente do mercado de telecomunicações, entretanto, a estrutura para a prestação deste tipo de serviço está evoluindo. Primeiramente, devido ao avanço dos serviços móveis, que, conforme dados da OCDE (2007), já respondem por 40% de todos os rendimentos de telecomunicações. Em segundo lugar, o impacto causado pelas tecnologias de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP) que exercem forte pressão nos preços dos serviços de voz.

O impacto e o crescimento da tecnologia VoIP estão ligados ao fato de a banda larga estar se tornando rapidamente a tecnologia dominante para acesso à internet nos países da OCDE, sendo que, aproximadamente 60% dos 256 milhões de assinantes de internet possuem ligação à banda larga. O aumento das receitas com a expansão dos assinantes de banda larga tem ajudado a suportar a perda de receita com os serviços de voz.

⁹ Programas voltados para o avanço da tecnologia de redes e computação nos EUA. Para mais informações: <http://www.hpcc.gov> e <http://nii.nist.gov>.

É neste sentido que as operadoras passaram a oferecer múltiplos serviços, incluindo vídeo, voz e dados em um pacote, de forma a reter os assinantes e introduzir novos produtos que gerem novas receitas. Os consumidores são beneficiados, a partir do momento em que é possível escolher serviços similares e substituíveis de uma variedade de fornecedores.

As novas aplicações de TIC têm um potencial significativo e geram grandes impactos econômicos e sociais para o desenvolvimento, sendo um passo fundamental para a convergência de diferentes tecnologias, como pode ser observado na Figura 5. Por exemplo, a convergência de nanotecnologia, biotecnologia e tecnologia da informação traz maiores oportunidades e desafios.

Os serviços convergentes são comercializados de modo a eliminar a necessidade de duas assinaturas de telefone (fixo e móvel), por exemplo, e para reduzir os custos para os consumidores. Ao longo dos últimos dois anos, os preços para todos os serviços de telecomunicações têm diminuído, enquanto os serviços, como voz e acesso à internet, têm melhorado de qualidade (OCDE, 2007).

O crescimento e desenvolvimento dos mercados de comunicações também se refletem no comércio de equipamentos de comunicação. O comércio das telecomunicações, de acordo com dados da OCDE (2007), continua a crescer na região da OCDE, dispondo de uma fatia de mercado de 2,2%. O crescimento torna-se mais notável entre os países membros e não membros e o aumento das importações de países como a China tem um impacto substancial no equilíbrio do mercado. As exportações para países não-membros cresceram 66% desde 1996 e as importações destes países cresceram 112%.

2.4.1 - A dinâmica mundial do Setor de TIC

A análise do mercado mundial de TIC, como pode ser visto na Tabela 2, mostra a elevada participação norte-americana, que atinge 39%. O segundo país em participação é o Japão, com apenas 12%, o que confirma a grande soberania americana no setor. A China, com 4% de participação, merece destaque pelos grandes investimentos que vem realizando nos últimos anos.

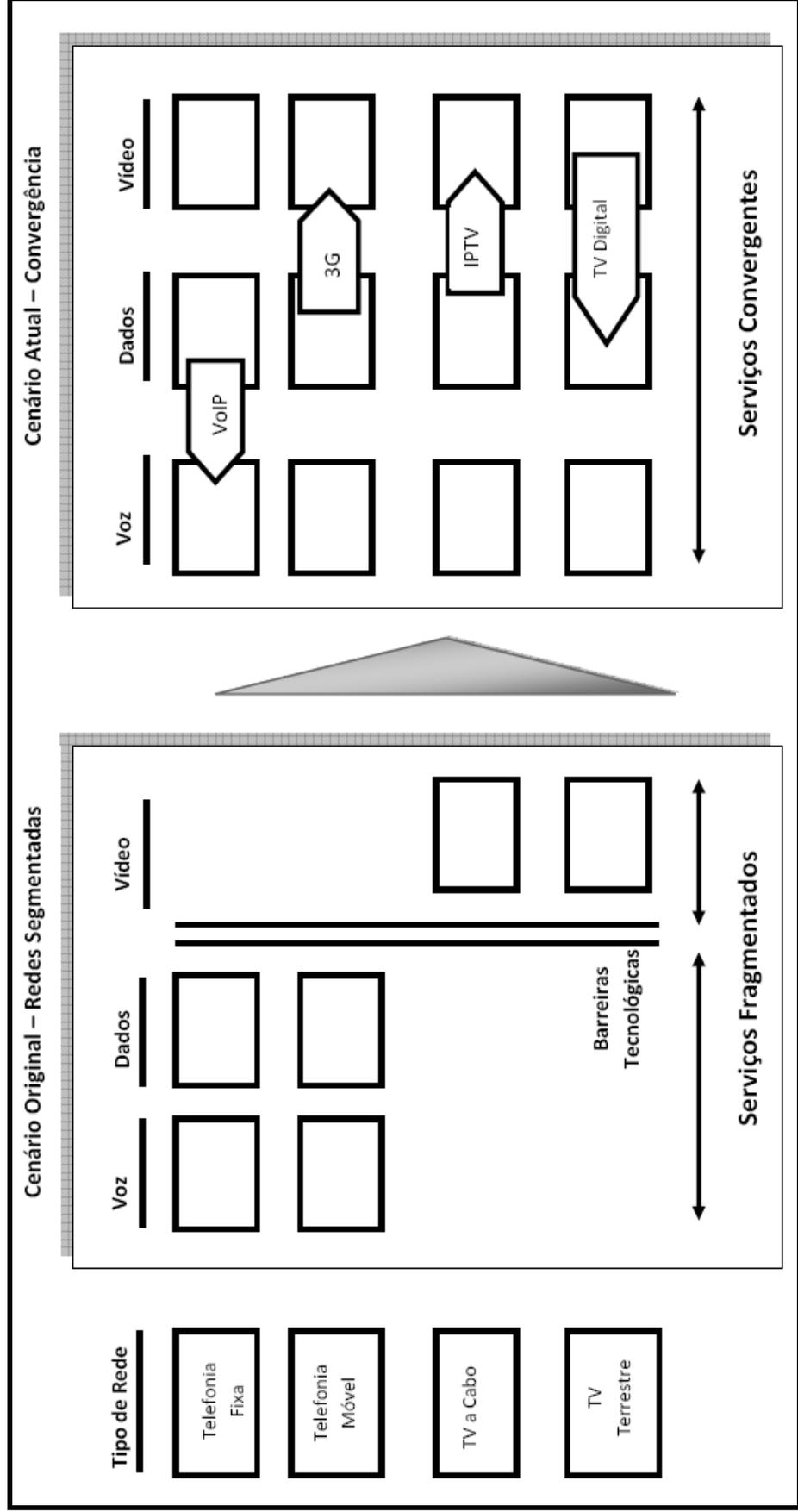


Figura 5 – Cenário de Convergência para os Diversos Segmentos do Setor de Telecomunicações.
 Fonte: Adaptação de Freitas, 2007.

Tabela 2 – Distribuição do Mercado Mundial de Tecnologia da Informação e Comunicação para países selecionados em 2003 - em %

	%
Estados Unidos	39%
Japão	12%
Alemanha	6%
Reino Unido	5%
China	4%
Resto do Mundo	9%
Outros OCDE	11%
Outros - União Européia	14%

Fonte: OCDE, baseado na *International Data Corporation (IDC)*, 2004.

Por sua vez, analisando o setor através de seus segmentos, pode-se perceber, pela Tabela 3, a predominância dos Eletrônicos e Componentes, com 34%, e dos serviços de telecomunicações, que respondem por 33% do setor. O terceiro lugar da lista corresponde aos equipamentos de tecnologia da informação, com 18%. O segmento de *software* ainda não alcança valores expressivos frente ao total do setor, respondendo por apenas 3%. O segmento de Telecomunicações se destaca com 33% de participação dos serviços de Telecomunicações e 6% relativos aos equipamentos de comunicações.

Tabela 3 – Mercado Mundial de Tecnologia da Informação e Comunicação por segmentos em 2003 - em %

	%
Serviços Telecomunicações	33%
<i>Software</i>	3%
Serviços TI	6%
Equipamentos Comunicações	6%
Eletrônicos e Componentes	34%
Equipamentos TI	18%

Fonte: OECD, 2006.

Quanto aos dispêndios por regiões, é possível que os maiores gastos ocorram na América do Norte em todos os anos apresentados, conforme indica a Tabela 4. A América Latina, com exceção dos anos 2001 e 2002, apresentou uma trajetória de crescimento. A partir de 2003, todas as regiões passam a apresentar crescimento nos gastos. Durante os anos de 2005 e 2004, pode-se verificar que as regiões que mais cresceram, percentualmente, foram a América Latina e a Europa Oriental, com 24,5% e 20,3%, respectivamente. Entretanto, os maiores gastos se concentraram na América do Norte e Europa Ocidental, onde se situam os países de origem das maiores empresas do setor.

Tabela 4 - Dispendio TIC de 2000 a 2005 por regiões (em US\$ milhões)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
América do Norte	994 816	937 581	956 510	1 004 629	1 096 479	1 184 688
América Latina	70 703	65 756	63 587	74 881	88 701	110 413
Europa Ocidental	538 257	523 365	564 451	681 895	781 935	814 360
Europa Oriental	29 075	32 118	38 123	47 099	58 236	70 081
Ásia – Pacífico	593 867	517 002	520 043	583 640	671 418	716 894

Fonte: OCDE, 2006.

Com relação aos fluxos de comércio, a Tabela 5 mostra a balança comercial de países selecionados para os segmentos de Comunicações e para o de Computação e Informação. Alguns países, como Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Coréia, apresentaram déficits no segmento de Comunicações em todos os anos analisados.

Tabela 5 – Balança Comercial dos Serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação para países selecionados nos anos de 1996 e 2002 – em US\$ milhões

	Comunicações ⁽¹⁾			Computação e Informação		
	1996	2002	2004	1996	2002	2004
Austrália	-91	-240	7	-6	77	116
Áustria	-23	202	167	-89	-141	-226
Bélgica-Luxemburgo	826	927	461	640	360	2139
Canadá	39	43	132	259	1077	1265
França	165	537	1142	27	37	41
Alemanha	-667	-1972	-1477	-777	-934	-96
Hungria	18	6	-27	35	39	-65
Itália	-408	-1586	-775	-383	-672	-641
Japão	-491	-169	-167	-1220	-1009	-1146
Coréia	-63	-352	-190	-70	-104	-132
Países Baixos	-20	-46	445	-13	-164	582
Noruega	44	110	85	-27	-291	-62
Espanha	199	-100	-372	303	913	1323
Reino Unido	-442	-123	171	1181	2799	6933
Estados Unidos	-5249	-174	-293	2353	2737	2697

(1) Inclui serviços postais e de telecomunicações.

Fonte: OECD, 2004; 2006

No segmento de Computação e Informação, a maioria dos países foi superavitária nos anos analisados, como, por exemplo, Estados Unidos, Reino Unido, Espanha e Bélgica-Luxemburgo. Entre os que obtiveram déficits se encontram Japão e Itália, que inclusive tiveram resultados negativos em todos os anos analisados. O fato de países como o Japão obterem saldos negativos se deve à análise se centrar em serviços, de modo que, na análise de produção de bens de TIC, este país continua superavitário.

Analisando o valor adicionado pelo setor de tecnologia da informação e comunicação no total do setor de serviços, se pode perceber que nos países selecionados os percentuais se elevaram, de acordo com a Tabela 6. O destaque fica para a Finlândia, que passou de 8.4% em 1995 para 15.6% em 2000. Os demais países tiveram crescimento entre 7% e 28% entre os anos analisados, como, por exemplo, Estados Unidos, Reino Unido e Japão, com 16,8%, 10,6% e 28%, respectivamente.

Tabela 6 – Participação do Valor Adicionado de Tecnologia da Informação e Comunicação no setor de serviços para países selecionados no ano 2000 - em %.

	1995	2000	Varição
Finlândia	8.4	15.6	85.7%
Coréia*	10.3	12	16.5%
Estados Unidos	9.5	11.1	16.8%
Reino Unido	9.4	10.4	10.6%
Países Baixos	9	10.3	14.4%
Bélgica	8.4	10.1	20.2%
Japão ⁽²⁾	7.5	9.6	28.0%
Noruega	7.1	8.6	21.1%
Canadá**	7.8	8.6	10.3%
Dinamarca	7.9	8.5	7.6%
França	8	8.4	5.0%
Portugal*	7.4	8.3	12.2%
Áustria	n.a.	8.2	..
Austrália ⁽³⁾	n.a.	8.1	..
Espanha	6.2	7.9	27.4%
Itália	6.2	7	12.9%
Alemanha*	5.6	6.2	10.7%
México	4.4	5.4	22.7%
Grécia* ⁽¹⁾	4.3	4.9	14.0%

* 1999; ** 1998

1. Serviços Postais incluídos nos Serviços de Telecomunicações.

2. Apenas inclui partes de computadores relacionados as atividades.

3. 2000-2001.

Fonte: OCDE, 2004.

A participação dos produtos manufaturados relacionados à TIC quanto ao total de produtos manufaturados, como disposto na Tabela 7, aponta o baixo percentual, exceto para a Finlândia, onde o índice atinge 21,66%. Dentre os produtos manufaturados de TIC, é baixa a participação dos computadores e equipamentos de escritório, cujos maiores índices atingem 38% no México, 25,2% na Coréia e 20% nos Estados Unidos. Isso pode ser explicado pelo

fato de que a montagem dos aparelhos é destinada a países geralmente asiáticos com mão-de-obra barata e que não se encontra na tabela disponibilizada.

Tabela 7 – Participação dos produtos manufaturados de Tecnologia da Informação e Comunicação no total de Produtos Manufaturados para países selecionados no ano de 2000 - em %.

	Produtos manufaturados TIC	Computadores e Equipamentos de Escritório	Outros produtos manufaturados de TIC	Mudança na participação 1995-2000 %
Espanha	3.23	0.62	2.61	-0.4
Austrália ⁽³⁾	3.31	0.63	2.68	n.a.
Itália	3.44	0.31	3.13	-0.8
Bélgica	4.48	0.13	4.35	0.3
Portugal* ⁽¹⁾	4.54	0.07	4.47	0.3
Alemanha*	4.99	0.44	4.55	0.2
Noruega ⁽¹⁾	5.04	0.91	4.13	0.4
Canadá**	5.77	0.51	5.26	1.2
França	6.27	0.62	5.65	0.8
Dinamarca	6.56	0.97	5.59	0.1
Países Baixos	6.82	0.55	6.27	-0.3
Áustria	7.28	0.35	6.93	0.1
México	8.10	3.08	5.02	2.9
Reino Unido	9.65	1.69	7.96	1.4
Estados Unidos	12.75	2.55	10.20	2.0
Japão ⁽²⁾	14.02	2.20	11.82	2.0
Coréia*	17.40	4.38	13.02	2.0
Finlândia	21.66	0.01	21.65	12.2

* 1999; ** 1998

1. 1996 instead of 1995.

2. Apenas inclui partes de computadores relacionados as atividades.

3. 2000-2001.

Fonte: OCDE, 2004.

Por ser um setor dinâmico e de alta penetrabilidade nos demais setores da economia, a taxa de investimento em P&D atinge níveis elevados, como mostra a Figura 6. Os investimentos do setor de TIC atingiram praticamente 40% da receita no ano de 2002, percentual que se encontrava próximo a 30% no ano de 1993. Nos segmentos, o que mais se destaca é o de rádio, televisão e equipamentos de comunicações, com investimentos da ordem de cerca de 20% no ano de 2002, embora tal percentual seja praticamente o mesmo do ano de 1993. Essa estabilidade ao longo dos anos analisados pode ser visualizada na maioria dos segmentos apresentados. O segmento de telecomunicações aparece praticamente estável, com percentuais em torno de 1% em P&D.

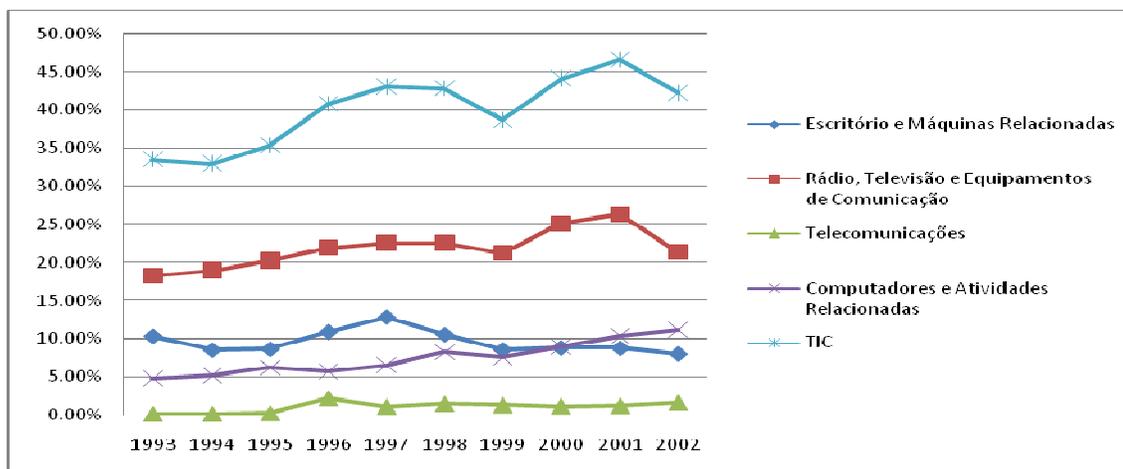


Figura 6 – Percentual da Receita de TIC gasta em P&D para países da OCDE - em %
 Fonte: OCDE, 2006.

De acordo com pesquisa realizada pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE (2006, 2004), foi possível listar as 250 maiores empresas do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação, de modo que os principais indicadores destas empresas estão dispostos na Tabela 8.

O país que mais possui representantes na lista são os Estados Unidos, com 116, seguido pelo Japão, com 39, Taipei, com 11, e Reino Unido, com 12. Tal disparidade mostra a soberania das empresas americanas frente aos demais países, ainda mais em um setor cuja concorrência é altamente globalizada.

A análise da receita gerada pelas empresas em cada país demonstra que, com exceção do Canadá, todas obtiveram crescimento entre o ano 2000 e 2005. Destaca-se, inclusive, a Índia, cuja receita passou de US\$ 706 milhões em 2000 para US\$ 5,534 milhões em 2005, ou seja, um crescimento de 683.9%. Outros países também experimentaram elevadas taxas de crescimento, como, por exemplo, Taipei, com 204.1%, Noruega, com 162.6%, México, com 149.4%, e Cingapura, com 132.2%.

Por sua vez, os números de postos de trabalho, em aproximadamente metade dos países, se reduziram, com destaque para o caso da República Checa, com queda de 55.3%, Polônia, com 46.3%, e Coreia com 43.3%. Entre os países onde houve aumento, se destacam Cayman, com 491.2%, Índia, com 311.3%, Taipei, com 198.3%, e Hong Kong, com 70.9%.

Tabela 8 – Países representados nas 250 maiores firmas de Tecnologia da Informação e Comunicação entre 2000 e 2005 – em US\$ milhões

País	Firmas 2003	Firmas 2005	Receita 2000	Receita 2003	Receita 2005	Emprego 2000	Emprego 2002	Emprego 2005	Receita Líquida 2000	Receita Líquida 2002	Receita Líquida 2005
Austrália	1	1	11246	13242	16660	50761	44977	42739	2138	2182	3270
Áustria	..	1	2942	..	4975	18301	..	13307	-13	..	473
Bélgica	..	2	5841	..	9047	23769	..	17967	388	..	2260
Canadá	9	9	60105	41073	52637	233714	193166	219116	778	-4396	1818
China	1	1	15663	29556	20299	170965	191612	253050	5627	7083	3555
Bermuda	2	2	15120	16357	19316	84300	88000	103600	797	-15	647
Cayman	1	1	6448	6486	7553	42800	45779	253050	310	153	3555
Republica Checa	..	1	1482	..	2344	17322	..	7743	165	..	249
Dinamarca	1	1	5787	7957	7427	19946	22263	20573	1143	576	712
Finlândia	1	2	27868	37670	39773	58708	57716	61680	3613	3190	4350
França	9	7	88423	98636	109269	542884	499661	502785	4839	-25551	9005
Alemanha	5	6	116094	153213	181494	655717	751580	771629	13783	-21212	9925
Grécia	..	1	3299	..	6571	19604	..	15925	577	..	518
Hong Kong	..	3	20350	..	40681	80388	..	137398	3430	..	6595
Hungria	..	1	1580	..	2959	14380	..	13724	236	..	408
Índia	2	3	706	1699	5534	18000	18000	74035	140	348	1221
Ireland	..	1	1806	..	1978	12606	..	8306	171	..	51
Israel	1	0	2061	1854	..	8697	6899	..	66	-164	..
Itália	1	2	27516	32983	42098	107171	101713	90870	3231	781	4932
Japão	39	39	684249	656382	779291	2465087	2366170	2580929	7505	-20603	22164
Coréia	4	6	70438	86657	100628	283495	280763	160812	6753	8483	11063
México	1	2	11906	10786	29693	72320	63775	99986	2916	2026	4636
Países Baixos	3	3	46812	42492	79550	266933	216878	197283	15863	-17473	9470
Nova Zelândia	..	1	2562	..	3814	7298	..	8560	292	..	649
Noruega	1	1	3701	7464	9717	24950	23000	21750	-123	43	689
Poland	..	3	5324	..	8824	70968	..	38129	375	..	1177
Portugal	1	1	4721	5253	7333	18500	23100	27925	495	369	567
Cingapura	2	2	10066	19180	23373	95000	115000	111155	2805	1092	2273
Espanha	1	2	24100	26739	48160	145730	161029	178213	725	1800	4568
Suécia	3	3	37126	29121	37201	137169	116543	81966	3347	-2828	5050
Switzerland	3	3	16798	17196	18210	68508	68044	71740	3350	1032	2612
Taipei	11	11	24899	40002	75717	73022	96128	217842	3753	1856	5143
Turquia	..	2	5249	..	7244	74488	..	58235	978	..	-425
Reino Unido	8	10	80938	101419	124592	397967	345554	257504	7670	-44991	-20838
Estados Unidos	139	116	967950	937910	1078733	3841756	3525113	3334688	106675	-99184	97099
Total	250	250	2411176	2421327	3002695	10223224	9422463	7446717	204798	-205403	145897

Fonte: OECD, 2004, 2006, 2007.

Embora a receita da maioria das empresas tenha aumentado, o mesmo não ocorre com sua receita líquida. Algumas empresas passaram de uma receita líquida positiva em 2000 para uma receita negativa em 2005, como é o caso das empresas do Reino Unido, que obtiveram US\$ 7,670 milhões em 2000 e prejuízo de US\$ 20,838 milhões em 2005. Outras empresas conseguiram que sua receita líquida aumentasse, como, por exemplo, as empresas de Cayman, cuja receita líquida passou de US\$ 310 milhões em 2000 para US\$ 3,555 milhões em 2005, ou a Índia, que passou de US\$ 140 milhões para US\$ 1,221 milhões em 2005.

Tabela 9 – As 250 maiores firmas de Tecnologia da Informação e Comunicação por setores em 2005 – em US\$ milhões

Segmento	Receita				Emprego	Receita Líquida					
	2000	2003	2005	(%) 2000-05		2000	2002	2005	(%) 2000-05		
Equip de comunicação	222177	159350	180525	-18.70%	821793	564138	441280	8753	-39710	21396	144.40%
Eletrônicos e componentes	855245	830685	1004363	17.40%	3917360	3780118	3887317	60239	-21658	53481	-11.20%
Equipamentos TI	428780	441256	549300	28.10%	1373842	1402105	1574824	22158	-6429	25852	16.70%
Serviços	117077	143533	174397	49.00%	716067	831227	894967	8962	5384	13474	50.30%
Software	60332	82897	90021	49.20%	181780	244484	216334	15470	3710	18862	21.90%
Telecomunicações	747474	763606	1003922	34.30%	3028788	2600391	2830442	28860	-146701	63526	120.10%
Total	2431085	2421327	3002528		10039630	9422463	9845164	144442	-205404	196591	

Fonte: OCDE, 2004, 2006.

A Tabela 9 tem como função apresentar as maiores firmas do segmento de TIC, de acordo com os segmentos de atuação. Entre as que obtiveram os maiores crescimento de receita, se encontram as firmas situadas no segmento de *software* e serviços, com índices de crescimento de 49%. O crescimento do emprego entre 2000 e 2005 foi maior no segmento de serviços, na ordem de 25%, enquanto decaiu em 46% no segmento de equipamentos de comunicação. Já a receita líquida teve maior crescimento para o sub-setor de equipamentos de comunicação, 144.4%, seguido pelo sub-setor de Telecomunicações, com 120.1%.

2.4.2 - O setor de telecomunicações

Os avanços proporcionados pelo setor de TI e pela microeletrônica se difundiram ainda mais, com a difusão da internet e da telefonia móvel. O setor de telecomunicações foi um dos que mais se beneficiou destes avanços. A “revolução digital” no setor veio acompanhada de outras tecnologias inovadoras, que deram origem a um sistema de infraestrutura composto por cabeamento ultramarino, redes nacionais e internacionais de fibra ótica, computadores *mainframes* com grande capacidade de imagens, centrais telefônicas de alto desempenho, rede de estações de transmissão para telefonia celular conectadas a redes de satélites, convergência de tecnologias para internet, telefonia e televisão (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004).

O setor de telecomunicações, ao fazer convergir as aplicações tecnológicas diversas, tem provocado um processo de integração econômica que leva a profundas mudanças na estruturação do mercado em escala mundial. Os rendimentos do setor de telecomunicações na OCDE superaram a marca de US\$ 1 trilhão no primeiro semestre de 2005, conforme

demonstra a Figura 7. Apesar das flutuações das condições de mercado, o mercado de telecomunicações se expande e apresenta retornos crescentes a cada ano desde 1980.

O crescimento do setor de telecomunicações reflete, de certa forma, o crescimento da economia. Para os países da OCDE, a participação deste setor no PIB era de 2% em 1985 e atinge 3% trinta anos depois (OCDE, 2007). Tal crescimento foi resultado do processo de liberalização no início dos anos 1990, do crescimento da competitividade, dos ganhos de eficiência e do processo de inovação realizado pelas firmas.

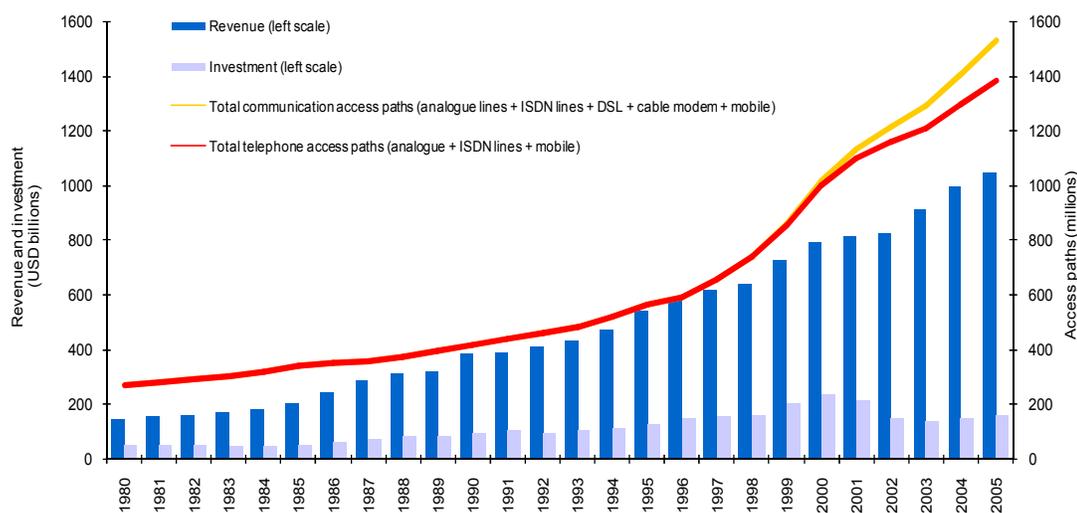


Figura 7 – Dados do setor de telecomunicações nos países da OCDE em US\$ milhões

Fonte: OCDE, 2006.

Os avanços tecnológicos permitiram um forte crescimento do setor a partir de 1996, em termos mundiais. Todavia, a partir do ano 2000, alguns eventos exercem importantes impactos, como, por exemplo, as falências, fraudes e queda do valor das ações de empresa de telecomunicações.

Muitas empresas faliram, lideradas por organizações do porte da Global Crossing, Viatel e WorldCom, esta a maior falência registrada na história do capitalismo. Não existem estimativas precisas do enorme volume de recursos que foram drenados do setor - a imprensa lista números que vão de US\$ 500 bilhões a US\$ 1 trilhão - ou do desemprego causado nas operadoras e nos fabricantes de equipamentos. Mas certamente o impacto é grandioso quando verificamos que o preço médio das ações das 9 maiores empresas do setor caiu $\frac{3}{4}$ entre o início de 2000 e meados de 2003 (*Thomson Datastream*). Na realidade, as estimativas de demanda foram otimistas, mas a crise de confiança nos investimentos feitos se abateu fortemente sobre o setor de oferta, afetando o valor das ações e a confiança do público nos principais operadores e fornecedores de papéis (*ECONOMIST* apud SBRAGIA; GALINA, 2004, p.9).

A explicação desta crise, de acordo com Fransman (2002), está no posicionamento dos agentes envolvidos nos negócios e no desenvolvimento tecnológico, o que o autor denominou de “Visão Consensual”. *“A vision or cognitive framework consists of an interrelated set of beliefs, embodied in assumptions and expectations, which serve the purpose of making the world seem intelligible and therefore orienting decision-making”* (Fransman, 2002, p.9). Essa visão se baseava em quatro crenças criadas entre 1996 e 2000, expostas no Quadro 7.

<p>1 - Crescimento do uso da internet elevaria a expectativa de demanda (explosiva) por uma infra-estrutura de rede de banda larga.</p> <p>2 - Novos operadores de telecomunicações irão competir com as empresas incumbentes para fornecer esta infra-estrutura.</p> <p>3 - O mercado financeiro dará suporte às novas firmas com melhor desempenho.</p> <p>4 - Os avanços tecnológicos reforçam a primeira idéia exposta.</p>

Quadro 7 – Argumentos de sustentação da “Visão Consensual” na indústria de Telecom.

Fonte: Fransman, 2002.

Os fatores acima teriam favorecido o crescimento da cotação das ações das empresas¹⁰ ligadas ao setor de teles, contingenciando o poder dos principais atores da antiga estrutura de monopólio bilateral, concessionárias e fornecedores¹¹. Entretanto, a idéia de que o mercado financeiro daria suporte às novas firmas não se sustentou, uma vez que “o crescimento vertiginoso da internet certamente contaminou a motivação de muitos investidores no sentido de que a infra-estrutura de comunicação teria espaço para um crescimento permanente (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004, p.10). Ao aumento dos investimentos se procedeu o colapso do mercado no ano 2000, o que expôs a real situação do setor, a sua ociosidade e o fato de que não havia demanda que justificasse tais investimentos¹². Essa ociosidade pode ser explicada pelo próprio desenvolvimento tecnológico, de modo que a oferta cresceu exponencialmente frente às expectativas de demanda. Segundo Fransman (2002), a empresa Bell Labs anunciou, em 2000, que uma simples fibra ótica seria capaz de transportar 1,6 terabits de informação simultânea e um único cabo contém uma dezena destas fibras. Porém, o percentual utilizado desta fibra nos EUA e Europa era de apenas 2%.

O ajuste após a crise veio em um ambiente de incerteza. Por características do próprio setor, qual seja, sua dinamicidade e altos investimentos em P&D, as possibilidades tecnológicas não alcançaram a maturidade, mas algumas mudanças já podem ser observadas,

¹⁰ Empresas como WorldCom, Qwest, Global Crossing, Vodafone, Nortel, Nokia e Cisco, por exemplo.

¹¹ Empresas como AT&T, Lucent, France Telecom, British Telecom, Alcatel, Deutch Telecom e Siemens, por exemplo.

¹² O caso mais marcante foi o da empresa WorldCom, com 98% de capacidade ociosa, o que a motivou a falsificar estatísticas e suas próprias contas (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004).

como, por exemplo, a evolução no número de telefones móveis em comparação com o número de telefones fixos. A Tabela 10 mostra a evolução do número de linhas móveis e fixas para o período de 1994 a 2004, em termos mundiais. É possível observar a evolução, sobretudo da telefonia móvel, cujo indicador por 100 habitantes passa de 1.0 em 1994 para 27.4 em 2004. Analisando apenas os países desenvolvidos é possível verificar a queda na evolução do indicador de telefonia fixa a partir do ano 2001, o que reflete a crise pela qual passou o setor nestes países.

Tabela 10 – Índice de Linhas de Telefone Fixo e Móvel Mundial entre 1994 e 2004 - por 100 habitantes

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Telefonia Fixa	1.54	12.2	12.9	13.7	14.3	15.0	16.1	16.9	17.5	18.2	18.8
Desenvolvidos	48.8	50.3	51.9	53.6	54.4	55.9	56.8	56.5	55.9	54.7	53.5
Em Desenvolvimento	4.4	4.9	5.6	6.2	6.9	7.6	8.8	9.8	10.7	11.7	12.8
Telefonia Móvel	1.0	1.6	2.5	3.7	5.4	8.2	12.2	15.7	18.8	22.6	27.4
Desenvolvidos	5.2	8.2	12.7	17.6	24.6	35.3	49.6	58.5	64.7	69.6	76.8
Em Desenvolvimento	0.19	0.4	0.6	1.1	1.9	3.2	5.4	8.0	10.8	14.2	18.8

Fonte: ITU, 2007

A evolução da tecnologia aponta para a convergência entre Tecnologia da Informação e o setor de Telecomunicações, sendo a tecnologia VoIP, Wi-fi, a disseminação da banda larga os lançamentos com maiores possibilidades de crescimento, em um cenário marcado pela entrada de novos concorrentes e a exclusão de outros, caracterizando uma reestruturação do setor.

A mudança na forma de atuação do Estado no final dos anos 80 e início dos anos 90, juntamente com as inovações tecnológicas, também foi fundamental para a introdução de um novo marco regulatório no setor. A introdução de inovações que afetam positivamente a oferta e a mudança no perfil de demanda “eliminaram as condições de sustentação do monopólio natural, predominantemente estatal, tornando possível a entrada de uma multiplicidade de novas empresas e atores sociais” (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004, p.15).

No novo marco regulatório, se deu início a privatização das concessionárias e a regulação do mercado por agências relativamente independentes. Alguns países optaram pela liberalização da infra-estrutura, serviços e ofertas de equipamentos (EUA, Finlândia e Suécia), outros, por um modelo descentralizado onde as operadoras e “empresas espelho”

disputam fatias de mercado mediadas por uma Agência Reguladora (Inglaterra e Canadá) ou ainda por um sistema centralizado (Alemanha, França e Espanha).

A Tabela 11 traz as maiores empresas do segmento de serviços de telecomunicações segundo os rendimentos obtidos em 2005. Entre as dez, 30% são norte-americanas e 20% do Reino Unido. As outras cinco são oriundas de países da Europa Ocidental.

Tabela 11 – As 10 maiores firmas mundiais de Serviços de Telecomunicações – em US\$ milhões

Firma	Receita			Emprego			P&D			Receita Líquida		
	2000	2003	2005	2000	2002	2005	2000	2002	2005	2000	2002	2005
NTT (Japão)	92679	91026	99880	224000	213062	201500	3178	3118	2950	-603	-6657	6563
Verizon (EUA)	64707	67734	73217	263552	245000	210000	..	..	..	11797	4079	8705
Deutsche T. (Alemanha)	37559	50528	71911	205000	255896	244277	642	849	..	5437	-23195	4822
France Telecom (França)	30894	52048	58519	188866	211554	206525	530	680	757	4707	-20500	8395
Vodafone (Reino Unido)	11929	47962	54249	29465	67178	57378	109	164	..	838	-23413	-25058
Telefônica (Espanha)	27306	26739	42864	145730	161029	173554	..	..	569	1693	1800	4531
SBC (EUA)	51374	42310	41183	220000	175980	162700	..	..	..	7800	5653	3819
TI/Olivetti (Itália)	27516	..	36277	107171	..	82397	247	..	168	3231	..	5380
BT (Reino Unido)	28356	30460	33860	132000	108600	102100	552	540	467	2111	-1093	3309
Sprint/Nextel (EUA)	17220	..	27901	64900	..	59900	..	..	..	1964	..	-401
Total	389540	408807	539861	1580684	1438299	1500331	5258	5351	4911	38975	-63326	20065

Fonte: OCDE, 2004, 2006.

Todas as empresas, com exceção da SBC (EUA), experimentaram crescimento dos seus rendimentos em 2005 quando comparado com 2000, com destaque para a Vodafone, Deutsche Telekom e France Telecom, cujos rendimentos aumentaram aproximadamente 350%, 91% e 89%.

Com relação ao número de empregos, comparando o ano de 2005 com o de 2002, podemos observar uma redução para todas as empresas presentes na tabela, exceto para a Telefônica (Espanha). A diminuição de empregos pode ser resultado de uma estratégia de redução de custos iniciada para fazer frente à crise dos anos 2000.

Entre as empresas que divulgaram seus gastos em P&D, a NTT é a que mais investe, atingindo o montante de 2.95% do seu faturamento divulgado e presente na tabela, inclusive. Em segundo lugar, temos a BT (Reino Unido), com 1.38% do seu rendimento gasto em pesquisa.

A análise da receita líquida mostra que 70% das empresas apresentaram números positivos em 2005 e superiores aos encontrados no ano de 2002, com algumas empresas superando receitas negativas obtidas no período anterior, como é o caso da Deutsche Telekom

e France Telecom. As outras empresas tiveram queda da receita líquida (SBC), receita líquida negativa (Sprint/Nextel) ou aprofundamento do prejuízo (Vodafone).

2.5 - O setor de Telecomunicações no Brasil

O fornecimento dos serviços de telecomunicações no Brasil pode ser distinguido por duas fases: a primeira, que dura até o início dos anos 90 e que foi marcada pelo fornecimento público, e o pós-90 com o fornecimento pelo setor privado, resultado do processo de privatização pelo qual passou o setor.

O telefone chegou ao Brasil em 1877 por ordens de D. Pedro II como forma de interligar o Palácio Imperial com a residência dos Ministros. Desde essa data a exploração dos serviços era realizada por empresas estrangeiras privadas. A constituição de 1946 colocava os serviços de telecomunicações como obrigação de estados e municípios. Entretanto, pelo mecanismo de outorga e sem nenhum controle por parte do Governo quanto aos investimentos realizados, a constituição do setor no Brasil se deu pela entrada de empresas privadas de médio e pequeno portes. A falta de coordenação entre os investimentos e entre as empresas levou a uma concentração dos investimentos na região Centro-Leste do país, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro.

Neste cenário, em 1962, o país dispunha de aproximadamente 1 milhão de linhas telefônicas e 900 concessionárias operando no país. O grande número de operadoras gerava um problema de compatibilidade, já que nem todas utilizavam os mesmos equipamentos, o que elevava o custo do serviço para seus usuários (TEIXEIRA; TOYOSHIMA, 2003).

O governo decide, portanto, intervir no setor de telecomunicações na década de 60, instituindo um monopólio estatal, a fim de reorganizá-lo. É criado, em 1962, o CBT (Código Brasileiro de Telecomunicações), que definia as normas de regulamentação do setor e as diretrizes para o seu desenvolvimento. Previa-se também a criação de um Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT) com o objetivo de unificar os serviços básicos e criar uma empresa pública encarregada das ligações internacionais. Surge, então, a Embratel em 1965, responsável por gerir além de suas próprias receitas, um fundo constituído de uma sobre-tarifa de 30% cobrada sobre todos os serviços de telecomunicações no país.

Outra função importante da Embratel era iniciar o processo de capacitação tecnológica do setor. Neste ponto, os centros de pesquisa¹³ e universidades foram de fundamental importância, uma vez que a tecnologia era totalmente importada, o que dificultava o processo de aprendizado.

A Constituição de 1967 determinava a exclusividade da União sobre a questão da concessão do serviço de telecomunicações, sendo que, nesse momento, o sistema já estava em sua grande parte sob o monopólio do Estado, em um processo que se iniciou em 1965, diminuindo o número de operadoras. Em 1967 foi criado o Ministério das Comunicações, a quem a Embratel seria subordinada.

Na continuidade do processo, a Telebrás é criada em 1972, como uma *holding* das empresas do sistema, com o objetivo de coordenar o desenvolvimento do setor, principalmente com relação aos serviços locais, que necessitavam de imensos investimentos devido a sua precariedade e como forma de unificar a oferta dos serviços no que tange à sua infra-estrutura.

O Ministério das Comunicações, em 1978, passou a coordenar a redução das importações e a impor a nacionalização crescente de componentes e materiais de equipamentos, ao mesmo tempo em que exigia que os fornecedores de equipamentos do sistema Telebrás tivessem o controle de capital majoritariamente nacional. Poucas empresas multinacionais aceitaram tais imposições, como Ericsson, Equitel (Siemens) e NEC, que acabaram consolidando sua presença no mercado brasileiro, que era protegido até o momento.

No entanto, mesmo o setor sendo protegido e o mercado reservado, o que proporcionou o crescimento da indústria, havia a imposição de um custo para as empresas, qual seja, a de nacionalização de componentes. Como a inovação tecnológica é o que impulsiona o setor, e sendo os investimentos diretos e os incentivos em pesquisas e desenvolvimento (P&D) uma das ferramentas de política industrial mais utilizadas nos países desenvolvidos, a criação do CPqD (1976) foi o instrumento nacional para reduzir a dependência tecnológica externa.

[O CPqD] foi o responsável por algumas conquistas notáveis como a criação de centrais telefônicas digitais (Sistema Tropic), a criação do telefone público a cartão, o desenvolvimento da fibra óptica brasileira e numerosos avanços nas comunicações via satélite, na comunicação de dados e em *softwares* (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004, p.17).

¹³ Destaque para a criação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD), vinculado diretamente a Telebrás e com a função de gerir todas as atividades relacionadas a P&D do Ministério das Comunicações, coordenar programas de intercâmbio no exterior e parcerias com a indústria nacional.

O aumento dos investimentos e a conseqüente atuação do Sistema Telebrás tiveram êxito na década de 70 com o desenvolvimento do setor. Como ressaltou Neves (2002), num espectro reduzido quanto à diversidade de produtos e conduzido por uma política industrial que buscava consolidar um parque fabril brasileiro dirigido pela atuação estatal nas operadoras (Telebrás), o período compreendido entre 1972 e o início da década de 80 representou uma expansão considerável da base telefônica.

Contudo, nos anos 80, em decorrência do péssimo cenário mundial e também pelo qual passa o Brasil, a saber, os efeitos negativos da política de contenção de gastos pelo governo, os investimentos diminuem, o que acarreta um descompasso entre oferta e demanda, culminando na degradação dos serviços que vigora até meados da década seguinte. Se os desenvolvimentos tecnológicos internos foram suficientes para que o país alcançasse o padrão vigente internacionalmente, no início da década de 80, com a quebra dos investimentos, o país ficou novamente defasado tecnologicamente. Segundo Takahashi (2000), enquanto no Brasil os investimentos diminuían, nos países desenvolvidos, a acelerada digitalização de linhas e sistemas era acompanhada do surgimento de novas tecnologias e produtos de comunicação, baseados em novas linguagens e protocolos.

O setor, no início da década de 90, pode ser caracterizado como se segue:

- Pequena dimensão da rede telefônica, o que significava a existência de demanda reprimida;
- Desequilíbrios regionais devido à má distribuição dos terminais telefônicos;
- Qualidade insuficiente do serviço;
- Oferta insuficiente de telefonia avançada;
- Alto custo dos terminais, longo prazo de espera para a instalação das linhas;
- Formação de um mercado secundário de linhas telefônicas;
- Estrutura tarifária defasada e desequilibrada;
- Baixos níveis de investimento;
- Ausência de um sistema de planejamento de longo prazo.

Durante o governo Collor (1990/92), houve fortes pressões para a privatização do sistema Telebrás e para a desregulamentação do setor. Entretanto, não se alcançou uma política consistente para a área. Proliferaram-se medidas de cunho liberalizante, sem, contudo, se criar um modelo de concorrência consistente.

Neste cenário, depois de muitas divergências jurídicas, a telefonia celular foi implantada no início da década de 1990. Entretanto, em função do restrito número de linhas

disponibilizado, o alto preço dos serviços e o elevado custo dos aparelhos demoraram alguns anos para que tal serviço fosse popularizado. O serviço analógico passou a operar no ano de 1990, primeiramente no Rio de Janeiro, e em seguida, em Brasília. O serviço celular foi lançado em São Paulo apenas em agosto de 1993, em uma área de concessão de 620 municípios, sendo 64 localizados na região metropolitana e 556 no interior do Estado. Apenas em 1998, ano em que foi realizado o leilão do sistema Telebrás, entraram em operação em São Paulo os primeiros celulares digitais.

Mesmo com todos estes avanços, era baixo o número de pessoas atendidas pelo serviço de telecomunicações. A expansão necessária da infra-estrutura básica, em um cenário de restrição de gastos do governo, somente seria possível mediante a atração de investimentos privados. Todavia, tal opção esbarrava na Constituição Federal, que previa o monopólio estatal para o setor de telecomunicações.

A existência de monopólios justificava-se em razão da natureza econômica e técnica do setor em questão: “Necessidade de altos investimentos cujo retorno exigia a exploração de estabelecer compatibilidade entre os sistemas em nível nacional” (LARANGEIRA, 1998, p.3). O setor também era considerado um setor de interesse público por representar um direito do cidadão, cuja garantia cabia ao Estado resguardar.

Apenas em 1995 se deu início ao processo que permitiria a privatização do setor no Brasil. A Emenda nº 8, de 08 de agosto de 1995, permitia ao Governo outorgar concessões para a exploração de serviços de telecomunicações ao setor privado. Em 1996, aprovou-se uma nova Lei (9295/96), que permitia a licitação de concessões de telefonia celular da banda B.

Somente em 1997 foi aprovada a Lei Geral das Telecomunicações, que definia a base regulatória e as diretrizes para a privatização do setor de telecomunicações no Brasil. A Lei Geral das Telecomunicações, aprovada em julho de 1997, era responsável por traçar o novo modelo para as telecomunicações no Brasil. A base para este novo modelo seria a universalização dos serviços e a livre competição.

Como forma de facilitar a privatização, o Sistema Telebrás foi dividido em várias empresas. Na área de telefonia celular, as concessionárias estaduais foram agrupadas em oito *holdings* da banda A. Na área de telefonia fixa, as 26 operadoras foram agrupadas em três *holdings* regionais, enquanto a Embratel continuou atuando em todo o país com serviços de longa distância.

Em 1998, conclui-se a privatização do sistema Telebrás através de 12 leilões consecutivos na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro. A arrecadação do Governo com a venda

foi de 63% acima do valor mínimo estipulado, ou seja, arrecadaram-se 22 bilhões de reais. Todas as etapas do processo de privatização da Telebrás e, conseqüentemente do mercado de telecomunicações no Brasil, podem ser melhor visualizadas no Quadro 8. O quadro procura mostrar o caminho legal traçado pelo governo brasileiro para realizar as privatizações.

ETAPAS	OBSERVAÇÕES
A. Lei Mínima e Concorrência na Telefonia Celular	A Lei Mínima, autorizando a liberalização na telefonia celular, foi enviada ao Congresso em 28.11.95 e sancionada em 19.07.96. O edital de licitação para as concessões foi promulgado em janeiro de 1997 e a abertura das propostas teve início em maio desse ano. Os primeiros contratos começaram a ser assinados em junho de 1997 e em dezembro entrou em operação o primeiro prestador privado (Americel) na região de Brasília e Centro-Oeste.
B. Lei Geral e Órgão de Regulamentação	Apresentação pelo Executivo em dezembro de 1996, discussão pelo Legislativo no primeiro semestre de 1997, aprovação em 16.07.97 e estabelecimento da legislação complementar no segundo semestre de 1997.
C. Reestruturação, Privatização e Concorrência	
C.1. Reorganização do Sistema Telebrás	Aglutinação das empresas-polo em três empresas regionais (Telesp, Tele Centro-Sul e Tele Norte/Nordeste/Leste) de forma consistente com o plano de outorgas.
C.2. Privatização das Empresas do Sistema Telebrás	Após a reorganização serão privatizadas as três empresas regionais, a Embratel e as nove empresas operadoras de telefonia celular pública (a serem constituídas de forma independente), totalizando treze operadoras a serem desestatizadas em meados de 1998 (previsão).
C.3. Concorrência na Rede Básica (Longa Distância e Serviço Local)	Somente após a privatização e a aprovação do plano de outorgas (inclui a redivisão territorial das áreas operacionais) seria dado início efetivo a introdução da concorrência na longa distância e no serviço local; haverá um período de transição de três a quatro anos com duopólio nos principais mercados/serviços.

Quadro 8 – Etapas das Reformas no Setor de Telecomunicações no Brasil

Fonte: Wohlers, 1998, p.23.

Como tal processo de abertura e privatização no Brasil foi o último a ocorrer na América Latina, o país pôde se beneficiar das experiências dos países vizinhos. Dessa forma, e ao contrário dos demais países, o processo foi marcado pela não existência de um período de monopólio aos novos acionistas, pela correção das distorções tarifárias antes da privatização e pela criação da agência reguladora do setor antes do início do processo de privatização. Assim, para facilitar o processo, o Plano Geral de Outorgas dividiu o Brasil em quatro grandes regiões:

- Região 1: Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Maranhão, Tocantins, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Ceará, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro;
- Região 2: Acre, Rondônia, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul;

- Região 3: São Paulo;
- Região 4: Cobertura Nacional.

Segundo tais critérios, foram privatizadas quatro empresas fixas: Região 1 – Tele Norte Leste – que ficou a cargo da Telemar, Região 2 – Tele Centro Sul – que ficou a cargo da Brasil Telecom, Região 3 – Telesp – que ficou a cargo da Telefônica, e região 4 que ficou a cargo da Embratel. As empresas-espelhos foram criadas para garantir a concorrência, atuando na mesma área de cobertura da empresa que foi privatizada. Assim, o Brasil ganhou quatro empresas espelho, o que pode ser visto no Quadro 9.

Concessionárias		Empresas-Espelho Autorizadas	
Área de Atuação	Acionistas	Área de Atuação	Acionistas
Subconjunto da Região I	Tele Norte-Leste Andrade Gutierrez Inepar BNDES Participações Seguradoras do Banco do Brasil	Região I	Cambrá Bell Canadá WLL (Estados Unidos) Qualcomm SLI Wireless Vicunha
Subconjunto da Região II	Tele Centro-Sul Itália Telecom Lightel/Algar Opportunity Splice	Região II	GVT Global Village (Holanda) ComTech (Estados Unidos) RSL (Estados Unidos)
Subconjunto da Região III	Telesp Telefônica (Espanha) Iberdrola (Espanha) Banco Bilbao (Espanha)	Região III	Vésper Bell Canadá WLL (Estados Unidos) Qualcomm SLI Wireless Grupo Liberman (Argentina)
Região IV	Embratel MCI (Estados Unidos)	Região IV	Intelig Sprint (Estados Unidos) France Telecom National Grid (Reino Unido)

Quadro 9 – Privatização no setor de Telecomunicações – Telefonia Fixa

Fonte: PIRES, 1999, p. 60

A reforma realizada foi ao encontro do movimento internacional de mudanças no setor em vigor em todos os países. A reestruturação tentou abarcar duas dimensões centrais: a regulatória/institucional e a tecno-econômica. Enquanto a primeira lidava com a separação institucional das funções de planejamento, regulamentação, operação e fiscalização (incluída em suas funções a privatização) a segunda tinha como enfoque as medidas de ampliação da rede e da introdução de progresso técnico, sendo necessário alto volume de investimento.

2.5.1 - A Lei Geral de Telecomunicações e a Anatel

Os serviços de telecomunicações no Brasil são regulados pela LGT – Lei Geral de Telecomunicações de 1997, responsável não somente pela forma de gestão dos serviços, mas também pela criação da Anatel, definindo inclusive suas atribuições. Após a aprovação da LGT, se reorganizou o Sistema Telebrás em companhias regionais e, posteriormente, iniciou-se o processo de privatização.

A privatização do sistema de telecomunicações veio acompanhada com a introdução do sistema de remuneração dos meios, modelo idêntico ao adotado nos Estados Unidos, México, Chile e Grã-Bretanha. O modelo anterior, que vigorou até 1998, era conhecido como modelo de repartição de receitas de longa distância.

No modelo de repartição, a receita era dividida entre a operadora local, geradora da chamada, e a Embratel, responsável pela interconexão entre os estados e entre o Brasil e os demais países (NOVAES, 2000). O percentual repassado por cada operadora era revisto anualmente no mês de maio e sua determinação, segundo Novaes (2000), levava em conta a situação financeira da empresa, o retorno do investimento, uma vez que o Código de 1962 assegurava uma remuneração mínima para as empresas, e sua necessidade de financiamento. A Telesp e a Telesc transferiam cerca de 30% da receita de longa distância, enquanto que CRT, CTBC e outras operadoras menores repassavam percentuais inferiores a 15% para a Embratel.

Por este modelo a Embratel operacionalizava os subsídios cruzados, isto é, a transferência de receita de operadoras mais eficientes e que se localizavam em regiões mais favorecidas economicamente para operadoras, geralmente localizadas no Norte e Nordeste do país, e empresas menos eficientes. Antes de colocar em prática o processo de privatização, foi necessário também promover uma correção das tarifas cobradas, em virtude de sua deterioração ao longo dos anos. A deterioração das tarifas ocorreu, principalmente, entre os anos de 1975 e 1995, em virtude das políticas de contenção das tarifas públicas, com o intuito de conter o processo inflacionário (DOMINGOS; ANUATTI NETO, 2003).

Em 1997, o Ministério das Comunicações iniciou o processo para reduzir tais distorções, introduzindo um novo modelo para a remuneração das operadoras, aumentando os percentuais a serem repassados por empresas antes beneficiadas pelos subsídios cruzados.

O sistema que entrou em vigor após o período de privatização era baseado na remuneração dos meios, isto é, um pagamento por minuto pelo uso da rede de outra operadora. A Agência reguladora, ao invés de definir uma tarifa determinada, preferiu uma

tarifa de uso de rede máxima. Os valores estabelecidos¹⁴, embora maiores que os internacionais, foram fixados com a intenção de estimular a concorrência com a entrada de novos competidores.

A ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) também foi criada pela Lei Geral de Telecomunicações de 1997, como resultado da necessidade do Estado de influenciar a organização das relações econômicas e orientar o setor. É de sua competência regular o setor de telecomunicações, exercer o poder concedente dos serviços públicos e a administração ordenadora das atividades privadas. A agência possui, ainda, independência decisória para solucionar conflitos de interesses entre concessionárias e usuários, para controlar as atividades realizadas no setor, bem como fiscalizar a política tarifária.

Um de seus principais objetivos tem sido a elaboração e a implantação de uma política nacional de telecomunicações, procurando atender o interesse público e o desenvolvimento tecnológico e social das telecomunicações no país. Na função de reguladora, também é seu papel garantir o controle, prevenção e reprimir as infrações da ordem econômica praticadas pelas empresas do setor de telecomunicações.

A Anatel tomou ainda uma série de medidas preventivas, como a imposição de limites de concessões aos grupos empresariais, como forma de evitar a concentração nos diferentes segmentos do mercado de telecomunicações. Como exemplo, pode-se citar a proibição de fusões por cinco anos entre as concessionárias de telefonia fixa ou celular que tivessem sido recentemente privatizadas ou a proibição de integração vertical dos serviços locais e de longa distância.

A característica marcante, por conseguinte, do sistema regulatório introduzido no Brasil é a adoção de assimetrias pró-entrantes, a fim de “reduzir o poder de mercado das incumbentes, incentivar a entrada de novos operadores e obter uma estrutura de mercado mais competitiva” (PIRES, 1999, p.16).

As concessionárias e as empresas-espelho no início estavam limitadas a prestar serviços locais e de longa distância apenas nos limites de suas áreas de atuação, configurando o chamado “regime de duopólio” (BRAGANÇA, 2005, p.12). Entretanto, o sistema de duopólio seria transitório. A partir de 2002, a LGT previa a entrada de novas operadoras em qualquer segmento, mediante autorização. As empresas-espelho e concessionárias seriam impedidas de diversificar suas atividades até o final de 2002 e 2003, respectivamente. Tal data

¹⁴ A tarifa de interconexão máxima para São Paulo ficou em US\$ 0,043/minuto para o uso da rede local e US\$ 0,068 (à taxa de câmbio de R\$ 1,03/US\$) para a rede interurbana. O padrão internacional girava em torno de US\$ 0,01 e US\$ 0,02, respectivamente.

foi adiantada para o final de 2001¹⁵ para aquelas empresas que antecipassem a meta de universalização de serviços, proposta também na LGT.

Atualmente, por meio de autorização, qualquer operadora, seja concessionária, espelho ou entrante, pode prestar qualquer serviço de telefonia em qualquer região estabelecida no Programa Geral de Outorgas. Neste cenário, as regras de interconexão se tornam de extrema relevância para garantir a eficiência do serviço prestado.

A LGT estabelece as principais diretrizes para a interconexão de redes, sendo duas determinações extremamente importantes: (a) a obrigatoriedade de interconexão; e (b) tratamento não discriminatório. As duas determinações implicam que uma detentora de rede não pode proibir o acesso a sua rede por um potencial rival e também não pode oferecer tarifas diferenciadas para o mesmo serviço para distintas operadoras.

A Anatel visava, através do Regulamento Geral de Interconexão (RGI), evitar as práticas anticompetitivas, como subsídios tarifários para a redução artificial de tarifas, uso não autorizado de informações obtidas junto a concorrentes, omissão de informações técnicas, obstrução, coação ou exigência de condições abusivas para a celebração de contratos, entre outros. A Anatel definiu um teto máximo para tais preços, sendo possível a negociação de valores entre as operadoras. A diferença entre os preços se deve ao tipo de rede explorada, a saber, (a) as redes fixas locais, denominadas de TU-RL e (b) as redes fixas interurbanas, chamadas de TU-RIU. Os valores máximos de cada uma são determinados regionalmente, de acordo com o horário da chamada e seguindo um modelo de tarifa de duas partes sobre a duração de chamadas, isto é, uma parte fixa e outra variável. O valor da interconexão com a rede de serviço móvel é livremente negociada.

Porém, dificilmente a livre concorrência impera na determinação das tarifas de interconexão, de modo que os preços estabelecidos são aqueles tetos estabelecidos pela agência reguladora. O modelo brasileiro foi privado ainda, de uma ampla discussão sobre o tema, nos moldes dos EUA e Reino Unido. A desagregação para o compartilhamento das redes e as formas de atuação da Anatel na resolução de conflitos não foram bem definidas na LGT.

A Anatel, no exercício de sua função de defesa da concorrência, conta com o apoio do CADE na análise dos acordos de mercado e aquisições. Para qualquer ato que implique aumento da concentração de mercado, as empresas obrigatoriamente devem enviar ao CADE,

¹⁵ Nem todas as empresas atingiram tal meta no final de 2001. A Telefônica, concessionária da Região III, recebeu a certificação de antecipação de metas em março de 2002; a Telemar, concessionária da Região I, recebeu a certificação em junho de 2002 e a Brasil Telecom, concessionária da Região II, obteve sua certificação em meados de 2005 (BRAGANÇA, 2005).

através da Anatel, que emitirá parecer prévio sobre a situação. A Anatel possui, inclusive, plenos poderes para agir “preventivamente”, controlando fusões, atos de aquisição de controle acionário, coerção de ação abusiva de poder dominante, entre outros.

Quanto à tarifação das ligações (fixo para fixo), o modelo utilizado pelas concessionárias de telefonia fixa era o Método Karlson Acrescido, substituído em meados de 2007 pela tarifação por minutos. Tal sistema utiliza uma base de tempo sincronizada nacionalmente, e a cada quatro minutos é contabilizado um pulso. Este método não cobra o valor da chamada com base na sua duração, mas somente na quantidade de pulsos durante a chamada efetuada. Este modelo traz algumas deficiências, principalmente para o usuário final, uma vez que não era possível obter o detalhamento das durações das chamadas; ao usuário não era detalhada a quantidade de minutos utilizada no sistema; os erros de cobrança, mesmo involuntários, não podiam ser facilmente contestados pelos usuários.

A Anatel, mediante a Resolução N.423, de 6/12/2005, substituiu o Método Karlson Acrescido pelo modelo de tarifação por minutos. A mudança começou a ser implementada em março de 2007. No novo sistema, dois planos básicos devem ser ofertados pelas operadoras de telefonia local, o chamado Plano Básico e o PASOO (Plano Alternativo de Serviço de Oferta Obrigatória). O usuário deve escolher um dos planos, e a mudança posterior para outro plano não poderá gerar ônus para o consumidor. Os consumidores, que até a data limite não aderirem a nenhum plano, serão alocados como optantes pelo Plano Básico.

Balanço preliminar apresentado pela Anatel (apud Teleco, 2007) demonstrou que, entre os telefones fixos em serviço, 70% optaram pelo plano básico, enquanto que 25% já utilizavam outros planos alternativos disponibilizados pela operadora e tarifados em minutos, 3% se encontram nos 2825 municípios onde o sistema não foi implantado e apenas 2% optaram pelo PASOO.

2.5.2 - O Mercado de Telecomunicações no Brasil

No Brasil, a situação do setor de telecomunicações não é diferente do cenário internacional. A Tabela 12 apresenta o faturamento da indústria Eletroeletrônica no Brasil entre o período de 2000 e 2006. Os dois setores com maior participação no faturamento são o setor de informática, seguido pelo setor de telecomunicações. Considerando a participação no PIB, o setor de Telecomunicações oscila entre 0.8% e 1% ao longo dos anos analisados, em consonância com os outros países.

Tabela 12 – Faturamento da Indústria Eletroeletrônica por Área no Brasil entre 2000 e 2006 – em R\$ milhões

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Automação Industrial ⁽¹⁾	986	1,202	1,472	1,721	2,090	2,330	2,708
Componentes Elétricos e Eletrônicos ⁽²⁾	4,702	5,263	5,916	6,876	8,697	8,653	9,409
Equipamentos Industriais	5,236	6,542	7,088	8,426	10,319	11,814	13,322
Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica	3,582	4,548	5,114	4,449	5,581	6,557	9,169
Informática	12,811	14,732	13,391	16,701	20,624	24,437	29,418
Material Elétrico de Instalação	3,861	4,592	4,649	4,593	5,947	6,392	6,755
Telecomunicações	9,946	11,431	7,431	8,760	13,006	16,451	16,742
Utilidades Domésticas ⁽³⁾	9,511	9,875	11,292	12,421	15,338	16,180	16,560
PIB	1,101,300	1,198,700	1,346,000	1,556,200	1,758,900	1,937,700	2,077,200
Telecomunicações/PIB	0.9%	1.0%	0.6%	0.6%	0.7%	0.8%	0.8%

(1) Inclui instrumentação e instrumentos eletromédicos

(2) Inclui motocompressores para refrigeração, eletrônica embarcada e partes e peças

(3) Inclui auto-rádios

Fonte: Abinee, 2007.

As relações entre os diversos *players* da cadeia de telecomunicações podem ser visualizadas pela Figura 8. De acordo com Sbragia; Galina; Campanário et al (2004), o setor é composto por cinco principais *players* inter-relacionados: fornecedores de equipamentos telefônicos, de equipamentos para transmissão de dados, para componentes de infra-estrutura; prestadores de serviços que atuam como integradores para a infra-estrutura de redes; operadores de rede de telefonia ou de serviços de internet, TV, entre outros; governo e órgãos reguladores; usuários, que não são passivos e influenciam na dinâmica do setor; e universidade e centros de pesquisa. O Ministério das Telecomunicações e a Anatel são responsáveis pelas políticas e decretos que regulamentam e fiscalizam o setor, promovendo a proteção do consumidor e garantindo as metas de universalização dos serviços.

Os operadores ofertam serviços para os consumidores, ao mesmo tempo em que tentam captar as necessidades e novos hábitos dos clientes. Do mesmo modo, a indústria fornece soluções para os operadores de acordo com as necessidades dos mesmos, seja de diferentes tecnologias, baixos custos, segurança ou qualidade. A indústria também pode estar em contato direto com o usuário, seja na venda de aparelhos ou antecipando necessidades.

Os centros de pesquisa e universidades aplicam recursos de P&D buscando a evolução do setor e o desenvolvimento de novos aparelhos, em conjunto com a indústria de equipamentos e com as operadoras, influenciando inclusive na capacitação de mão-de-obra.

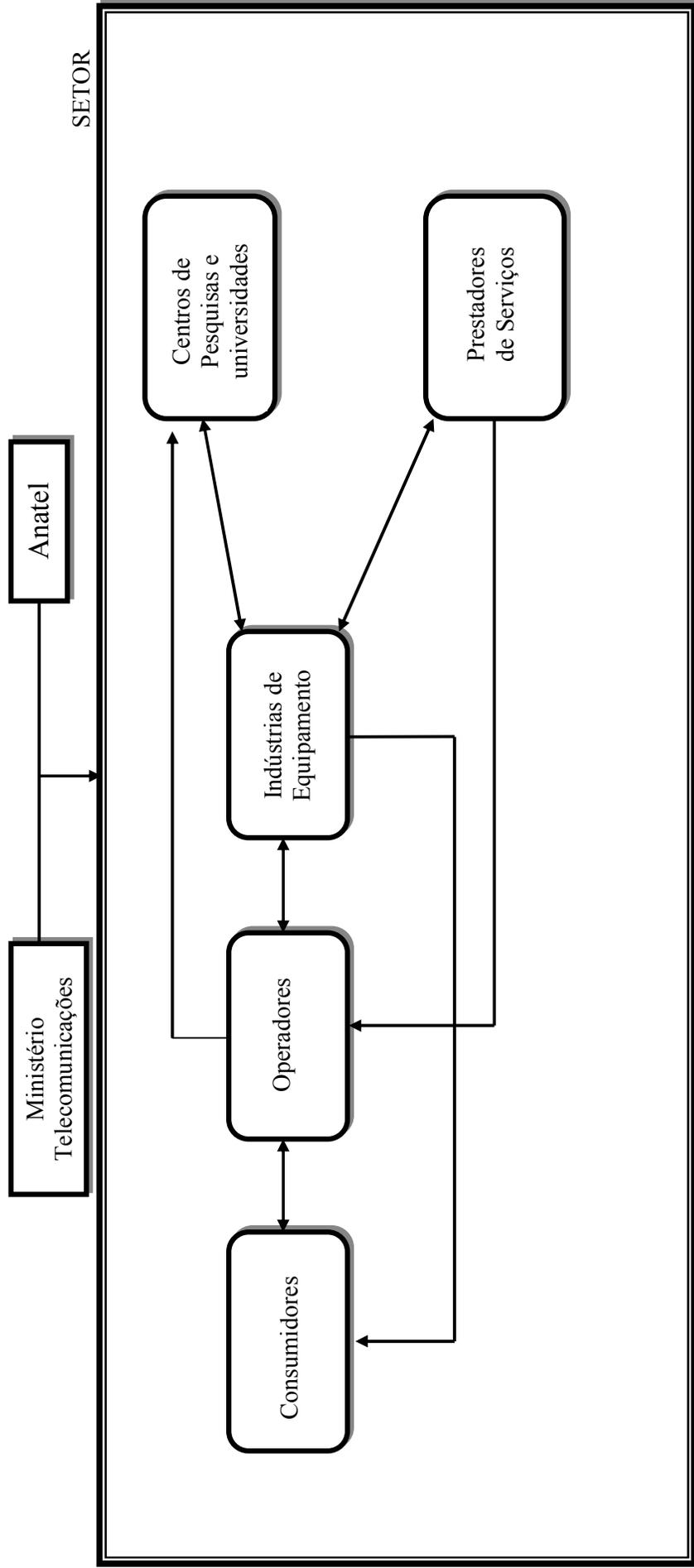


Figura 8 – Modelo de operação atual da cadeia de telecomunicações brasileira
 Fonte: Adaptado de SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004, p.24.

As operadoras de telefonia fixa comutada, com exceção da Vésper, apresentaram crescimento da receita em 2005 com relação a 2004, com destaque para a Sercomtel, que reverteu a taxa negativa, e para a Transit, que manteve o espetacular crescimento. As receitas de Voz continuam sendo a principal fonte para todas as operadoras, entretanto, os rendimentos obtidos por Dados apresentam uma participação significativa, como pode se notar na Tabela 13.

Tabela 13 – Crescimento da Receita e Receita das maiores operadoras de telefonia fixa comutada no Brasil em 2005 – em R\$ mil.

Operadoras	Cresc 2004/2003	Cresc 2005/2004	Receita VOZ	Receita DADOS	Receita OUTROS	Receita TOTAL
1 Telemar (RJ)	8.96%	5.9%	7,071,998	1,367,657	216,401	8,656,056
2 Telefônica (SP)	12.98%	11.0%	6,873,405	1,337,664	201,912	8,412,981
3 Brasil Telecom (DF)	15.13%	9.2%	4,520,808	1,030,859	207,324	5,758,991
4 Embratel (RJ)	5.56%	5.1%	2,966,304	1,068,711	172,508	4,207,524
5 Intelig (RJ)	6.01%	5.7%	607,307	118,481	19,374	745,162
6 CTBC Telecom (MG)	9.41%	10.2%	338,320	75,609	13,242	427,172
7 GVT (PR)	51.14%	9.0%	330,361	71,142	7,360	408,862
8 Sercomtel (PR)	-1.52%	25.4%	83,191	17,161	4,290	104,643
9 Transit (SP)	88.43%	117.3%	57,890	22,871	3,016	83,777
10 Vésper (SP)	-0.30%	-69.7%	44,805	10,088	1,465	56,359
Outros		34.7%	118,900	49,805	6,664	175,369
Total		11.8%	23,013,290	5,170,049	853,557	29,036,896

Fonte: Telecom, 2006

O crescimento da receita de algumas operadoras e a queda ou desaceleração do crescimento de outras, em especial as operadoras concessionárias estão também associados a sua participação de mercado. Como aponta a Tabela 14, a participação das operadoras concessionárias¹⁶ diminuiu ao longo dos anos analisados frente ao aumento das operadoras autorizadas¹⁷.

¹⁶ Operadoras Concessionárias: Telemar, CTBC, Brasil Telecom, Sercomtel, Embratel e Telefônica (Teleco, 2007).

¹⁷ No Brasil, existem 21 operadoras autorizadas, entre elas, Vésper e GVT. Existem ainda outras 26 prestadoras com autorização que ainda não haviam entrado em operação (Teleco, 2007).

Tabela 14 – Market Share das operadoras concessionárias e autorizadas de telefonia fixa no Brasil entre 2004 e 2006 – em %

	2006		2005		Junho/2004	
	Concess.	Autorizadas	Concess.	Autorizadas	Concess.	Autorizadas
Região I	92.6	7.4	94	6	96.1	3.9
Região II	90.7	9.3	93.3	6.7	94.9	5.1
Região III	92.2	7.8	95.3	4.7	97.5	2.5
Brasil	92	8	94.2	5.8	96.1	3.8

Fonte: Teleco, 2007.

No que tange às operadoras móveis, a Vivo mantém a primeira posição, tanto em receita quanto em número de assinantes e, conseqüentemente, participação de mercado (36.7%). A TIM é a segunda colocada, com 26.1% de participação de mercado, registrando, entretanto, um crescimento de 49.9% em 2005 com relação a 2004. Apenas a Brasil Telecom GSM e a OI registraram taxas de crescimento superiores, da ordem de 1090.5% e 68%, respectivamente, conforme Tabela 15. O elevado crescimento da Brasil Telecom GSM se deve ao fato de que a empresa entrou em operação em setembro de 2004. O número de assinantes pré-pagos em todas as operadoras é superior ao número de assinantes pós-pagos.

Tabela 15 – Crescimento da Receita e Receita das maiores operadoras de telefonia móvel no Brasil em 2005 – em R\$ mil e %

Operadora	Total Receita	Participação (%)	Cresc. 2005/2004	Cresc. 2004/2003	Nº Assinantes	
					Pré-Pago	Pós-Pago
1 Vivo Brasil (SP)	6,343,637	36.70%	20.40%	11.80%	24,052,635	5,752,365
2 Tim Brasil (RJ)	4,509,033	26.10%	49.90%	94.60%	16,139,200	4,034,800
3 Claro Brasil (RJ)	3,510,837	20.30%	31.30%	92.00%	15,692,219	2,966,781
4 Oi (RJ)	1,508,230	8.70%	68.00%	22.50%	8,481,260	1,861,740
5 Telemig (MG)	634,283	3.70%	2.30%	8.80%	2,487,936	856,064
6 Brasil Telecom GSM (DF)	397,029	2.30%	1090.50%	--	1,520,331	692,669
7 Amazônia Celular (PA)	242,874	1.40%	-13.40%	5.30%	966,170	256,830
8 CTBC Telecom Celular	110,397	0.60%	-4.70%	12.30%	282,240	101,760
9 Sercomtel Celular (SC)	25,532	0.10%	-13.40%	11.90%	62,077	26,731
TOTAL	17,281,853	100.00%	33.70%	15.40%	69,684,068	16,549,740

Fonte: Telecom, 2006.

Entretanto, algumas operadoras mostraram crescimento das receitas melhores com relação ao ano de 2004/2003. O crescimento das receitas com serviços de telecomunicações, de acordo com TELECOM (2005), pode ser explicado por três fatores: (1) o reajuste anual das tarifas (previsto em contrato); (2) a conquista de novos clientes; e (3) a oferta de novos serviços de maior valor agregado.

Esse crescimento não foi distribuído de forma uniforme. No período pós-privatização, a maior parte dos recursos era destinada para as grandes operadoras de telefonia fixa já presentes no mercado (incumbentes). Todavia, há alguns anos vêm ganhando força os fornecedores de redes com serviços de valor agregado, o segmento de satélites e as operadoras de telefonia celular.

Com a estratégia de captar os usuários que ainda não possuíam celulares com a venda dos serviços “pré-pagos” e a estratégia de converter clientes de maior poder aquisitivo de telefone fixo para o celular, as operadoras de telefonia móvel celular passaram de 8% do mercado brasileiro de telecomunicações como um todo na época da privatização para 31,4% em 2004, segundo dados da TELECOM (2007).

O quadro foi piorado pela atuação das próprias operadoras de telefonia fixa. Ao invés de adotarem a estratégia de crescer ocupando novos espaços, preferiram a tentativa de entrar no segmento de telefonia de longa distância, disputando clientes com a Embratel. Tal estratégia vem sendo colocada em xeque, na medida em que a guerra travada pelas operadoras fez com que houvesse uma redução nos preços das tarifas, e o mesmo segmento pode estar com os dias contados, em termos de atividade econômica independente com o surgimento e difusão da telefonia IP.

O alvo principal das operadoras de telefonia fixa comutada no mercado brasileiro é também a área de conteúdo, que acaba por se confundir com o segmento de TV por assinatura. A investida da Telemar, em Minas Gerais, com a aquisição da Way TV (TELECOM, 2007) e o pedido de licença concedido pela Anatel à Telefônica para operar um sistema de DTH¹⁸ (*direct – to – home*) em banda C são apenas os primeiros passos.

A entrada das empresas de telefonia fixa no segmento de conteúdo possivelmente resultará em disputas judiciais. As operadoras, entretanto, talvez tenham que enfrentar um problema mais complexo, no mercado de conteúdo não é o dono da rede que dita as regras, e sim o dono do conteúdo. A entrada nesta área é vista pelas operadoras como uma forma de compensar perdas que se configuram como inevitáveis em seu mercado de origem (TELECOM, 2007), devido à concorrência no mercado tradicional e pelas novas empresas oferecendo produtos no estilo VoIP.

Para completar o cenário, as exportações em telecomunicações, embora demonstrando aumento desde 1999 até 2005, estão apresentando queda em janeiro-julho de 2007 em relação ao mesmo período de 2006. As exportações, nos seis primeiros meses de 2007 foram 21%

¹⁸ Serviço de TV por assinatura por via satélite.

menores que as de igual período em 2006, de acordo com a Tabela 16. Considerando as importações, que foram praticamente estáveis na maioria dos anos analisados, exceto entre 2002 e 2004, estas foram 53% menores, atingindo aproximadamente US\$ 650 milhões em janeiro-julho de 2006 frente a US\$ 1029 milhões em 2007. Uma explicação para a queda das exportações pode ser o fato de existir um deslocamento da produção de Amazonas para São Paulo.

Tabela 16 – Saldo Comercial de Telecomunicações* no Brasil de 1999 a 2007 – em US\$ milhões

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Julho 2006*	Julho 2007*	Jan-Jul 2006*	Jan-Jul 2007*
Exportações	381.1	1157.9	1337.8	1343.0	1333.9	1142.0	2832.3	231.4	183	1775.7	1405.4
Importações	1298.7	1521.8	2340.1	707.1	605.0	923.7	1093.5	89.2	152.3	654.8	1029
Saldo	-917.6	-363.9	-1002.3	635.9	728.9	218.3	1738.8	142.2	30.7	1100.9	376.4

Fonte: Abinee, 2007.

*Não inclui componentes de telecomunicações.

No tocante aos componentes de Telecomunicações, a Tabela 17 mostra a balança comercial brasileira, em que o valor das exportações diminuiu em comparação com os anos de 2003 a 2005 e permaneceu estável com relação aos primeiros seis meses do ano anterior. As importações, no primeiro semestre de 2007, foram superiores ao primeiro semestre de 2006, contribuindo para uma balança comercial negativa, que assim o foi em todos os anos analisados.

Tabela 17 – Balança Comercial de Componentes de Telecomunicações no Brasil de 2003 a 2006 – em US\$ milhões

	Jan-Jul 2006	Jan-Jul 2007	2005	2004	2003
Exportações	115	115	207	208	148
Importações	1342	1377	1744	1285	813
Saldo	-1227	-1262	-1537	-1077	-665

Fonte: Teleco, 2007.

Entre os fornecedores de equipamentos para operadoras que atuam no mercado brasileiro, todos, com exceção da NEC, obtiveram crescimento das receitas em 2006 em relação ao ano de 2005. Em geral, todas as empresas enfrentaram dificuldades entre os anos de 2001 e 2003, por conta do estouro da bolha da internet e dos casos de alteração de balanços. Entre as dez maiores empresas, a Nokia continua líder do mercado, com participação da ordem de 22.8%, seguida pela Motorola, com 18%, Ericsson, com 14.4%,

Cisco, com 12%, e Alcatel com 10.1%, em um mercado da ordem de US\$ 238 bilhões, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Receita Líquida Mundial dos Principais Fornecedores para Operadoras – em US\$ bilhões

Bilhões US\$	2006	%	2005	2004	2003	2002	2001	2000
Nokia	54.3	22.8%	40.9	35.8	32.2	27.6	27.7	29
Motorola	42.9	18.0%	35.3	31.3	27.1	27.3	30.5	37.6
Ericsson	34.3	14.4%	22.9	22	16	13.9	19.7	28.3
Cisco	28.5	12.0%	24.8	22	18.9	18.9	22.3	18.9
Alcatel	24.1	10.1%	13.4	12.5	13.7	15.2	22.5	30
Siemens	17.3	7.3%	14.6	22	18.7	18.6	21.5	19.3
Nec	16.5	6.9%	16.7	16.7	14.7	12.6	16.5	13.9
Nortel	11.4	4.8%	10.5	9.5	9.9	10.7	18.8	27.9
Huawei	8.5	3.6%	6	3.8	2.7	2.1	2.3	1.9
Lucent	-	-	9.4	9	8.5	12.3	21.3	28.9
Total	238	100.0%	195	185	162	159	203	236

Fonte: Teleco, 2007.

A planta brasileira de telefonia fixa sofreu significantes avanços com o processo de privatização do sistema Telebrás a partir de 1997. Em 1992, existiam pouco mais de dez milhões de acessos fixos. Em 1998, ano do processo de privatização, havia pouco mais de vinte milhões de acessos. Com os investimentos requeridos em contrato pela Lei Geral de Telecomunicações após a privatização do setor, o número de acessos atingiu a marca de 50 milhões. Contudo, a partir de 2002, nota-se uma tendência à estabilização da planta, como pode ser vista pela Figura 9, em razão da reversão dos investimentos em infra-estrutura para dispêndios no fornecimento de serviços com maior valor agregado.

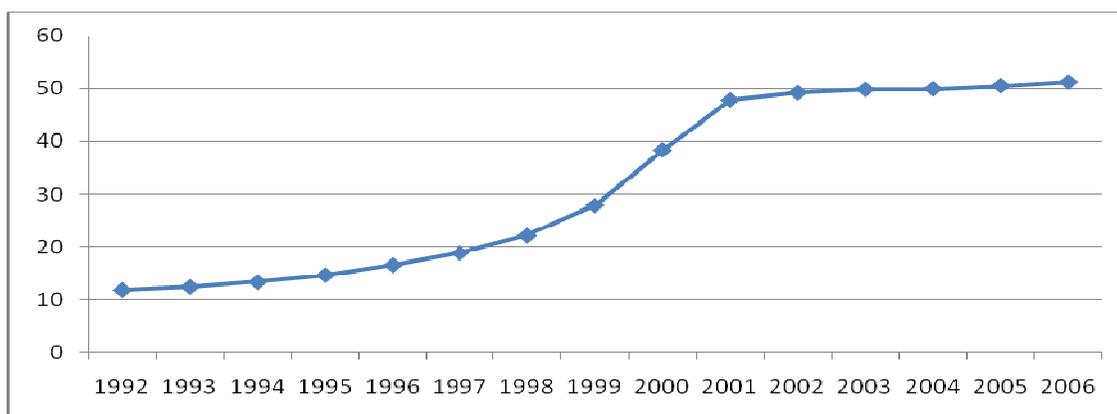


Figura 9 – Número de Acesso Instalados no Brasil - em milhões

Fonte: Telebrasil, 2007.

A tendência a oferecer outros serviços com maior valor agregado pode ser melhor visualizada no Quadro 10, que exhibe os segmentos de atuação das diversas operadoras presentes no Brasil, demonstrando inclusive a tendência à convergência.

Empresas	Telefonia Fixa Concessionária	Telefonia Fixa Empresa Espelho	Telefonia Celular Banda A	Telefonia Celular Banda B	Longa Distancia Nacional	Internet	Corporativo
Telecom Itália	X		X	X	X	X	X
Telefônica	X		X		X	X	X
GVT		X					X
Brasil Telecom	X				X		X
CTBC Telecom	X			X		X	X
Embratel					X		X
Sercomtel	X					X	X
Telemar	X					X	X

Quadro 10 – Segmento de Atuação das principais Operadoras no Brasil

Fonte: BNDES, 2000; TELECOM, 2006. Elaboração Própria.

Confirmando os dados anteriores, o relatório do BNDES (2000) mostra o crescimento concorrencial nos segmentos de Longa Distância Nacional e Longa Distância Internacional. O melhor desempenho foi apurado na Região II, onde “as [empresas] autorizadas, que concorrem com as concessionárias, alcançaram 6,7% de participação do total de acessos fixos em serviço” (BNDES, 2000, p.42).

Com relação à universalização do acesso, a Anatel vem garantindo continuamente que as metas acordadas sejam cumpridas pelas operadoras, tanto em termos de número de acessos, quanto em termos de qualidade dos serviços prestados.

No que tange ao mercado de telefonia móvel, a tendência de aceleração do crescimento do número de celulares se confirmou em 2006 e 2007. O Brasil terminou agosto de 2007 com 110,9 milhões de celulares, sendo que 80% deles são pré-pagos. No ano de 2005, a planta de telefones celulares era de 86,2 milhões de acessos, demonstrando uma evolução surpreendente, passando de 7,4 milhões em 1998 para a marca atual, como pode ser observado na Figura 10 abaixo.

Esse aumento pode ser resultado do processo regulatório imposto ao setor. Tal regulação revelou o potencial de mercado; criou o regime privado de prestação de serviços; liberou os preços; estabeleceu novas faixas de radiofrequência; realizou licitações na busca do modelo de quatro prestadoras competindo por área geográfica, aumentando a competição e qualidade dos serviços oferecidos (BNDES, 2000).

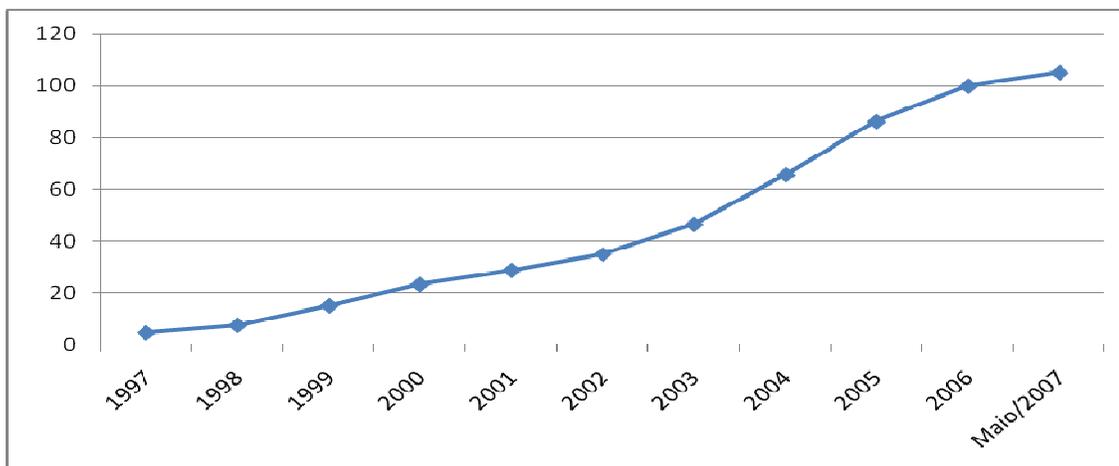


Figura 10 – Número de Acessos Móveis em Serviço no Brasil de 1997 a 2007 - em milhões
Fonte: Telebrasil, 2007.

Um dos fatores fundamentais para o avanço da telefonia móvel foi a introdução dos serviços “pré-pagos”, que representam nada mais do que 80% da base de clientes, como pode ser visto na Figura 11. Entretanto, a concentração excessiva neste serviço pode ser um problema para as operadoras, pois esta é uma atividade que gera pouca receita por assinante, sendo, portanto, menos rentável.

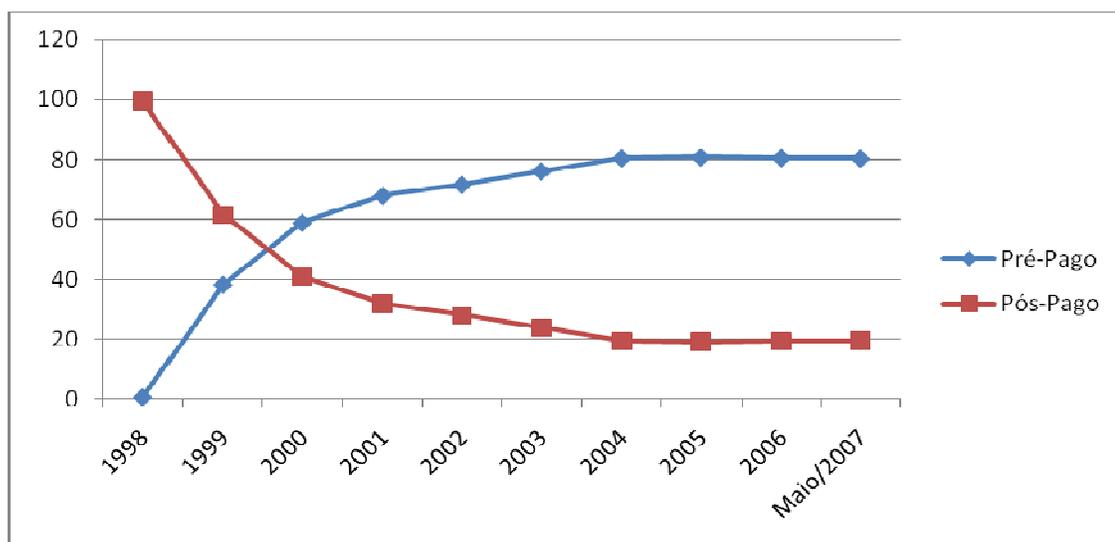


Figura 11 – Evolução da Participação do Celular “Pré-Pago” no Brasil de 1998 a 2007 - em %
Fonte: Telebrasil, 2007.

Quanto aos padrões tecnológicos para telefonia móvel, assim como no resto do mundo, o padrão GSM também é dominante no país, atingindo aproximadamente 75% do mercado de telefonia celular, sendo, inclusive, o único padrão que apresenta crescimento,

conforme Tabela 19. O padrão CDMA, mesmo sendo lançado no Brasil após o GSM, não foi validado pelo mercado, de modo que a operadora que o introduziu no país, nos últimos anos passou a trabalhar com o padrão GSM.

Tabela 19 – Celulares por Tecnologia no Brasil em 2006 e 2007

Tecnologia	Dezembro 2006	Agosto 2007			
		Nº Celulares	%	Cresc. Mês	Cresc. Ano
AMPS	61.462	32.135	0.03%	-9.062	-47.72%
TDMA	10.308.448	6.761.557	6.10%	-1.964.654	-34.41%
CDMA	26.004.137	23.354.726	21.05%	-581.960	-10.19%
GSM	63.544.574	80.781.478	72.82%	4.965.908	27.13%
TOTAL	99.918.621	110.929.896	100.00%	2410232	11.02%

Fonte: Teleco, 2007.

Os processos de fusão e aquisição de operadoras que foram realizadas a partir de 2003, quando passaram a ser permitidas pela legislação, diminuíram o problema de receita das operadoras, devido à criação de grandes barreiras no mercado brasileiro por conta das grandes operadoras.

Outro papel importante desempenhado pelas empresas de telefonia móvel é sua contribuição para a derrubada do monopólio das grandes operadoras de telefonia fixa, como pode ser observado pelo parágrafo abaixo:

Na classe A (de maior poder aquisitivo), só 4% das pessoas que usam celulares no Brasil não têm telefone fixo em casa. Na classe que vem logo em seguida em termos de poder aquisitivo, a B, este número sobe para 12%. Na classe C, que vem depois, vai para 30%. Mas, se destaca mesmo na classe D, de pessoas com baixo poder aquisitivo, onde atinge 53% (TELECOM, 2006).

Dessa forma, pode-se colocar as empresas de telefonia móvel como uma das grandes responsáveis pelo processo de universalização dos serviços de telecomunicações para as camadas de mais baixa renda.

2.6 - Síntese Conclusiva

O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação comporta vários segmentos dos mais dinâmicos da economia, entre eles o de Tecnologia da Informação e o de Telecomunicações. Além da imensa relação entre estes dois segmentos, é importante ressaltar sua implicação para os demais setores da economia, uma vez que as mudanças geradas impactam de forma abrangente os demais setores. Nos últimos anos, o avanço com relação à

informática, ao desenvolvimento de *hardware*, *software* e processadores tem contribuído imensamente para o crescimento e expansão dos serviços de telecomunicações, através de novas tecnologias, novas aplicações e novos serviços disponibilizados.

A geração e difusão de tecnologias ficam a cargo de países centrais, que lideram os dispêndios neste setor e onde se encontram as maiores empresas, como, por exemplo, os EUA, onde se situam 116 empresas, sendo que os dois maiores segmentos são inclusive Eletrônicos e Componentes e Telecomunicações. As maiores empresas de cada segmento também se encontram nestes países, adotando políticas de concorrência globais. A liderança americana no mercado é tão significativa que, na própria distribuição do mercado mundial de tecnologia da informação e comunicação, os EUA possuem 39%, enquanto que o Japão, em segundo lugar, detém apenas 12%.

O setor de telecomunicações no Brasil, não diferentemente do resto do mundo, passa por transformações advindas das inovações do setor de informática, de acordo com o novo paradigma da Tecnologia da Informação, adaptando-se aos novos mercados e necessidades criados.

O processo de privatização pelo qual passou o setor no Brasil em 1998 foi responsável pela implementação de uma nova dinâmica através da tendência de universalização dos serviços e melhoria da qualidade. Além disso, a tendência de fornecer diversos serviços em uma única base forçou as empresas a diversificarem suas ações e realizarem investimentos. O crescimento da telefonia fixa se estagnou, com acessos em serviço na ordem de 50 milhões, sendo ultrapassada pela telefonia móvel, que já ultrapassou a marca de 100 milhões de aparelhos em uso e cuja possibilidade de agregar serviço é bem maior, mediante a venda de conteúdo digital diversos.

O setor de Telecomunicações, seguindo a tendência do setor de Informática, vem apresentando crescimento do faturamento desde o ano de 2003. As três maiores operadoras de telefonia móvel também mostraram crescimento entre 20 e 37% no ano de 2005, enquanto que as três maiores operadoras de telefonia fixa cresceram apenas entre 5 e 11% no mesmo período.

Com relação aos saldos comerciais, o país passou a apresentar saldos positivos nos serviços de telecomunicações a partir de 2002, atingindo o valor de US\$ 375 milhões no período de janeiro a julho de 2007. Tal comportamento é influenciado pela produção de aparelhos celulares.

Porém, o Brasil ainda é um importador líquido de tecnologia neste setor, uma vez que nossa balança comercial de equipamentos de telecomunicações é deficitária, atingindo o

patamar de aproximadamente US\$ 1.2 bilhões, ao contrário dos EUA e demais países europeus, que lideram este segmento, e alcançar a fronteira tecnológica neste setor requer altos volumes de investimentos em bens de capital e recursos humanos.

CAPÍTULO 3 – A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

3.1 – Introdução

A caracterização do setor de telecomunicações pode ser dividida em dois momentos distintos e com especificidades particulares. A dinâmica tecnológica assume características distintas nos regimes regulatórios definidos. O primeiro momento trata do período em que o setor foi considerado um monopólio natural, em média até o final dos anos 80, e o segundo analisa o momento em que o setor passou por liberalizações e a concorrência (ou quase) passou a imperar, principalmente a partir do início dos anos 90 com o processo de globalização e disseminação das sugestões do Consenso de Washington.

No intuito de discutir tais aspectos relacionados à evolução da trajetória tecnológica, este capítulo se divide em nove seções, além da introdução. Na seção 3.2, apresentam-se as características primárias dos sistemas de telefonia. A seção 3.3 traz as modificações ocorridas com o processo de digitalização. O surgimento da internet e o processo de comutação de pacotes são abordados na seção 3.4. Já a seção 3.5 apresenta o desenvolvimento dos serviços móveis de comunicação e a evolução das gerações de aparelhos celulares. A seção 3.6 analisa a evolução das formas de acesso à internet. As mudanças na composição do setor com a introdução do processo concorrencial são discutidas na seção 3.7. Na seção 3.8 tem-se a composição da nova rede no cenário de convergência de serviços. E, por fim, na seção 3.9, a síntese conclusiva.

3.2 - O Modelo POTS e o sistema telefônico

Até o início dos anos 80, o setor de telecomunicações era considerado um monopólio natural privado ou estatal. Tal visão foi assimilada por grande parte dos países, inclusive Brasil, que, por meio do Sistema Telebrás, assumiu o controle da operação do sistema de telefonia. Havia fortes barreiras à entrada, justificadas, em última instância, pelo argumento de ser desnecessário duplicar a infra-estrutura de suporte de um serviço universal e de escala nacional.

A indústria de telecomunicações do período era composta por operadores monopolistas, geralmente estatais, que possuíam controle total sobre a infra-estrutura e

serviços em seus respectivos países. A tecnologia era baseada no “*circuit switched system*”, o que significava que os serviços de fluxo de voz (ligações locais, longa distância nacional, longa distância internacional e serviços de fax e 0800) possuíam origem e destinos fixos.

Segundo Gaffard e Krafft (2000), esse sistema era baseado em centrais que conectam linhas fixas, controladas por operadoras, que disponibilizam para usuários finais um tempo de conectividade. Os serviços oferecidos por tal padrão ficaram conhecidos como *Plain Old Telecommunications Services* (POTS), como demonstrado na Figura 12.

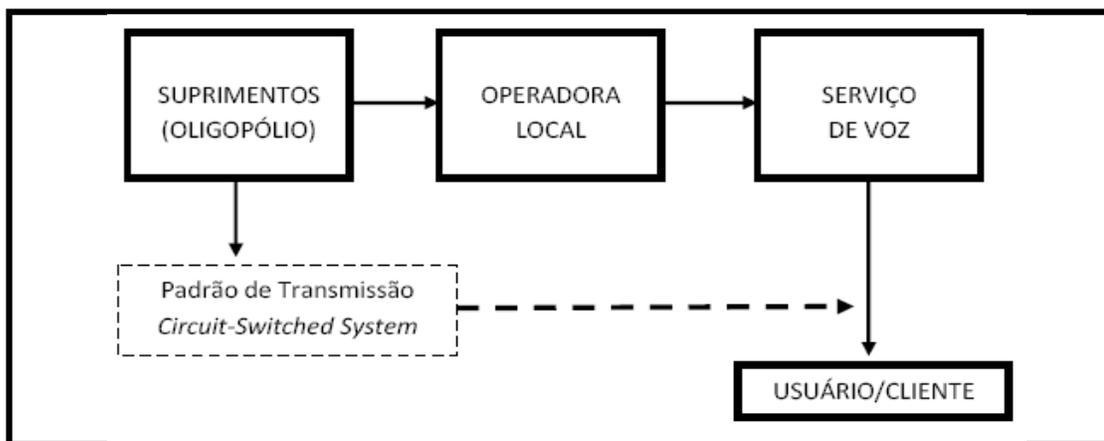


Figura 12 – Modelo POTS (*Plain Old Telecommunications Services*)

Fonte: Campanário; Silva, 2004.

O sistema telefônico, conforme Figura 13, era composto de três partes: (a) terminais telefônicos; (b) rede de acesso; e (c) central telefônica. O terminal telefônico é o aparelho utilizado pelo assinante do serviço. É possível que exista apenas um único terminal, geralmente para uso residencial, ou um sistema telefônico privado, como um PABX¹⁹, para atender a uma empresa ou Call Center. Existem, ainda, os terminais de uso público (TUP), também conhecidos no Brasil como “orelhões”.

¹⁹ PABX é a sigla para Private Automatic Branch Exchange. É geralmente encontrado em empresas e usado apenas internamente, permitindo a conexão de chamadas internas entre as extensões e as operadoras externas, isto é, sua função é ligar uma série de telefones a uma linha externa.

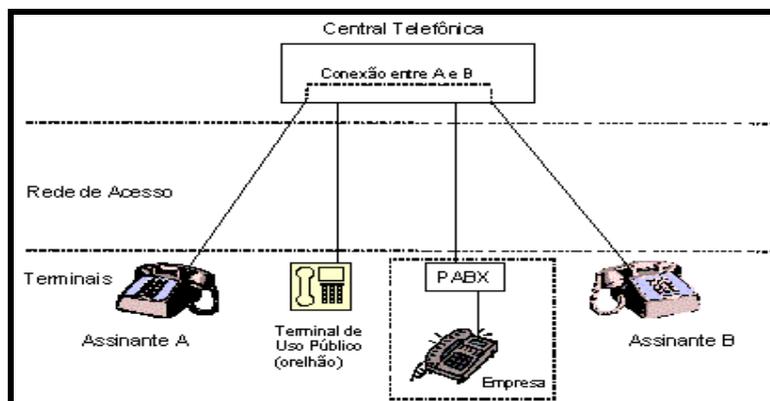


Figura 13 – Partes Básicas de um Sistema Telefônico

Fonte: Teleco, 2007.

A rede de acesso é responsável pela conexão entre os assinantes e as centrais telefônicas. As redes de acesso são normalmente construídas utilizando cabos de fios metálicos em que um par é dedicado a cada assinante. Tal par, juntamente com os recursos da central dedicados ao assinante do serviço, é conhecido como acesso ou linha telefônica (TUDE; SOUZA, 2004).

As linhas telefônicas dos diversos assinantes convergem para as centrais telefônicas e são conectadas entre si quando um assinante deseja falar com outro. O termo comutação é empregado para indicar a conexão entre assinantes e a Central de Comutação é normalmente chamada de “*switch*”. A central telefônica, ao estabelecer circuitos temporários entre assinantes, assume o papel desempenhado pelas telefonistas que “comutavam” manualmente as ligações entre os diversos assinantes.

Os assinantes de uma rede telefônica em uma determinada região estão conectados a uma central telefônica chamada de Central Local. Para que um assinante de certa Central Local possa se comunicar com um assinante ligado a uma Central Local diferente, é necessário que se estabeleça uma conexão entre estas duas centrais. Tais conexões são conhecidas como circuitos troncos. Em uma cidade, é possível existir uma ou mais Centrais Locais. Em uma região metropolitana, entretanto, pode ser necessária, a utilização de uma Central Tandem, uma central conectada a outras centrais, de modo a otimizar o encaminhamento do tráfego.

As centrais mistas são aquelas que possuem a função local e a função tandem simultaneamente. As centrais locais também estão interligadas a Centrais Locais de outras cidades, estados ou países através de centrais de comutação intermediárias denominadas de Centrais Trânsito, que são organizadas hierarquicamente, de acordo com sua área de

abrangência. As Centrais Trânsito Internacionais são as de mais alta hierarquia (TUDE; SOUZA, 2004). Dessa forma, é possível conectar um assinante com outro em qualquer parte do planeta, conforme mostra a Figura 14.

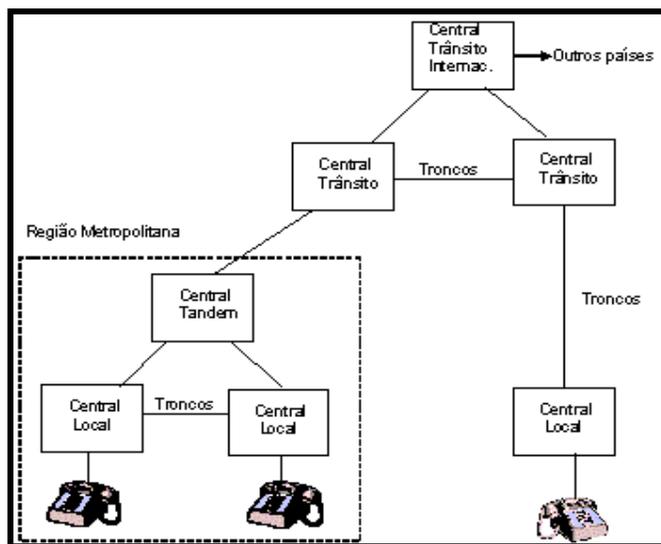


Figura 14 – Centrais Locais, Tandem e Trânsito

Fonte: Teleco, 2007.

A conexão entre dois assinantes somente é efetuada mediante o estabelecimento de um circuito temporário entre os dois. Este processo começa com a discagem do número telefônico com o qual se deseja falar. No Brasil, cada assinante do serviço de telefonia recebe um número telefônico composto por oito dígitos, utilizado para ligações locais. Os primeiros quatro dígitos fazem referência ao prefixo da central telefônica local a qual o assinante está conectado e os últimos quatro dígitos, ao número do assinante na rede de acesso desta central.

Para ligações nacionais e internacionais, é preciso discar códigos adicionais, quais sejam, o nacional, o internacional e selecionar a operadora. Para garantir que não exista números duplicados na rede mundial, a UIT (União Internacional de Telecomunicações) elaborou o Plano de Numeração Internacional, responsável por definir o código de cada país, como, por exemplo: Brasil (55), EUA (1), Itália (39) e Argentina (54), entre outros. Outras regras definidas podem ser elaboradas do seguinte modo:

- Número telefônico local: $N8 + N7 + N6 + N5 + N4 + N3 + N2 + N1$
- $N10 + N9$ se referem ao DDD (Código Nacional) da cidade do assinante para o qual se deseja ligar. No Brasil, cada Estado possui um código de área diferente;

- N12 + N11 se referem ao código de seleção de prestadora e deve ser discado antes do código de acesso nacional;
- 0 (zero) é o prefixo nacional, ou seja, o primeiro dígito a ser discado em uma chamada de longa distância nacional;
- 00 (zero zero) é o prefixo internacional, a serem discados em uma chamada internacional;
- 90 (nove zero) é o prefixo de chamada a cobrar.

A criação destes prefixos tornou possível repetir os números de assinantes em cidades diferentes. Tal esquema hierárquico de planejar a numeração é adotado internacionalmente, com pequenas diferenças entre os países. Essas diferenças se encontram, normalmente, nos prefixos escolhidos para o acesso nacional e internacional, no uso do código de seleção de prestadora, na digitação interrompida por tons intermediários (TUDE; SOUZA, 2004).

A chamada é estabelecida apenas se o sistema telefônico receber do assinante o número completo a ser chamado, de forma que seja possível estabelecer o caminho para a chamada e avisar ao assinante que existe uma chamada a ser recebida. O sistema que cumpre estas funções em uma rede telefônica é chamado de sinalização. Segundo Tude e Souza (2004), a sinalização entre o terminal do assinante e a central local é transmitida por abertura e fechamento do circuito da linha telefônica (pulso) ou pelo envio de sinais em frequências específicas (tom).

Com as características expostas acima, o setor era entendido como um monopólio natural. Tais monopólios poderiam ser verticalmente integrados com os provedores de equipamentos (caso da AT&T nos EUA), ou ligados com um grupo, competitivo ou cooperativo de ofertantes de equipamentos (caso da NTT com um grupo de quatro diferentes firmas ofertantes de equipamentos), bem como, intrinsecamente ligados a um grupo através de uma estrutura de monopólio bilateral (caso da Deutsche Telekom com Siemens e France Telecom com Alcatel).

3.3 - A introdução do processo de digitalização

A estrutura de monopólio, as tecnologias praticamente padronizadas, em termos mundiais, com foco apenas na transmissão de voz, e o fornecimento de equipamentos por grandes empresas multinacionais faziam com que as operadoras locais ganhassem economias de escala e de escopo nacionais. Porém, como não apresentavam um comportamento voltado ao aumento dos investimentos para expansão dos serviços, as ineficiências técnicas

apresentadas eram elevadas. A introdução de inovações, no que tange à telefonia fixa, tinha como objetivo melhorar os processos e os sistemas de distribuição horizontal e a manutenção de redes e centrais telefônicas, que eram feitas de forma centralizada a partir de grandes centrais telefônicas com o uso de tecnologias analógicas (BOYLAND; NICOLETTI, 2000).

Um dos avanços no setor foi a substituição do sistema analógico por processos digitais. O ciclo de digitalização levou ao aumento contínuo do papel do *software* e à compactação progressiva do *hardware*, além de se iniciar o desenvolvimento das redes de comunicação de dados (PINHEIRO, 2007). As redes de comunicação de dados compartilhavam da mesma infra-estrutura de transmissão, energia e climatização dos sistemas tradicionais de telefonia, mantendo características distintas nos nós de acesso e sistemas de gerência.

A primeira central telefônica digital possuía a tecnologia CPA (Controle por Programa Armazenado) e foi desenvolvida pela AT&T (*American Telephone and Telegraph*) em meados da década de 60. As primeiras centrais digitais eram, na verdade, do tipo CPA-A. Neste modelo apenas o controle e gerência da central eram digitais. A matriz de comutação por onde os sinais de voz trafegam e são conectados durante uma ligação continuavam sendo analógicos, como mostra a Figura 15.

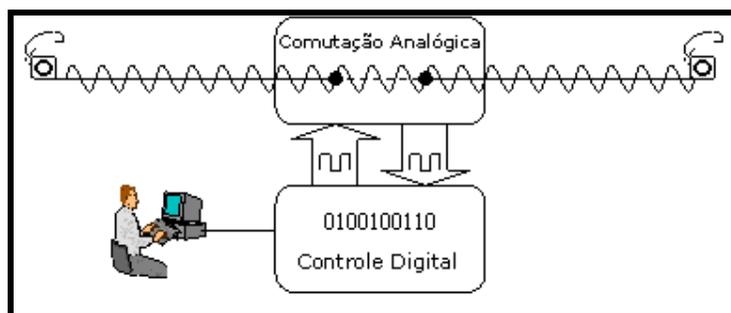


Figura 15 – Central CPA-A (Controle por Programa Armazenado) com Apenas Controle e Gerência da Central Digital.

Fonte: Teleco, 2007.

Somente após anos de aprimoramento e desenvolvimento surgiram as centrais telefônicas do tipo CPA-T, que são aquelas capazes de realizar comutação digital temporal. Neste novo modelo, todos os processos são digitais, inclusive os sinais de voz, segundo Figura 16. A voz humana é um sinal analógico. Para que este sinal possa trafegar em uma rede digital, necessita ser convertido em um sinal digital. A técnica utilizada é denominada de PCM (*Pulse Code Modulation*) ou Modulação por Código de Pulso.

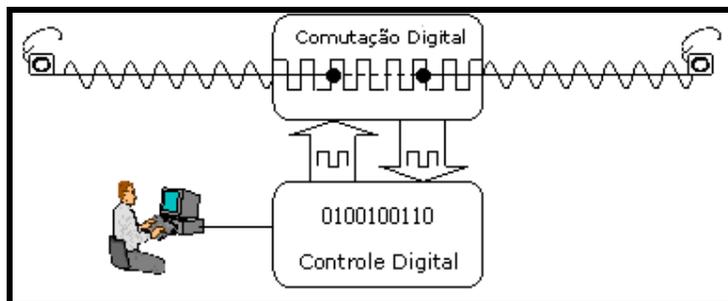


Figura 16 – Central CPA-T (Controle por Programa Armazenado) com Todos os Processos Digitais.

Fonte: Teleco, 2007.

A técnica de PCM se baseia no princípio de amostragem do sinal analógico, seguido de quantização (ajuste e definição do valor) e representação na forma binária do sinal amostrado. Quanto maior o número de amostras, maior será a fidelidade na recuperação do sinal original no seu destino (PINHEIRO, 2007). Para o sistema de telefonia, foi adotada a taxa de 8000 amostras por segundo (8kHz), isto é, ao telefone nossa voz é medida (amostrada) 8000 vezes por segundo. O valor obtido em cada uma das medições realizadas é convertido em um número binário, e somente então transmitido a uma velocidade de 64000 bits/s, como mostra a Figura 17.

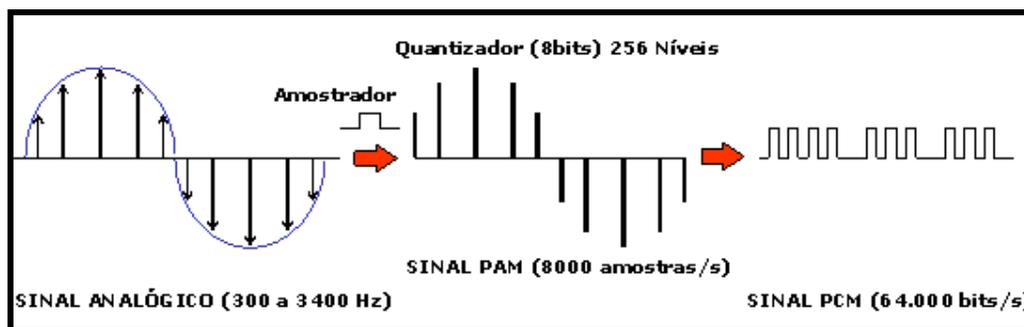


Figura 17 – Processo de Digitalização do Sinal de Voz

Fonte: Teleco, 2007.

O ouvido humano sadio é capaz de perceber sons no intervalo de frequência entre 20 Hz e 20 kHz e a voz humana é capaz de emitir sons no intervalo de frequência entre 80 Hz e 12 kHz. Estudos comprovam que, transmitindo as frequências dos sinais de voz na faixa de 300 Hz a 3400 Hz, o interlocutor consegue perfeitamente reconhecer as palavras (ITU,

2007). Nos EUA, por exemplo, foi adotado o intervalo de 200 Hz a 3200 Hz, região onde se concentra a maior energia do sinal.

Para que o transporte digitalizado das informações fosse viável, era necessário resolver outro problema, a questão do transporte. Vários canais de voz precisariam ser agrupados e transmitidos, de forma prática e para redução de custos, utilizando um único par de transmissores e um único meio de transmissão. No sistema analógico, de acordo com Pinheiro (2007), este agrupamento é realizado por meio de técnicas de Multiplexação por Divisão de Freqüência (FDM), onde diversos canais são agrupados em um mesmo meio para serem transmitidos, separados em faixas de freqüência distintas. Na Figura 18, pode-se observar na parte (a) a separação em freqüência de 12 canais para formar o que chamam de “grupo primário” e, neste mesmo padrão, cinco grupos primários podem ser reagrupados para formar um “grupo secundário” com 60 canais, verificado na parte b.

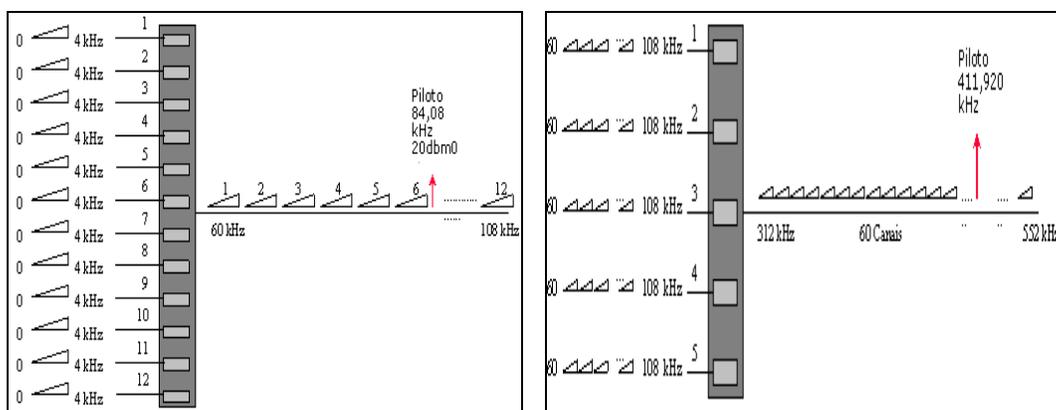


Figura 18 – Formação de Grupo Primário (a) e Grupo Secundário (b) FDM (Multiplexação por Divisão de Freqüência).

Fonte: Teleco, 2007.

Para finalizar, os dezesseis grupos secundários e 60 canais de voz separados por faixas de freqüências distintas podem ser reagrupados para formar um supergrupo com 960 canais (60 x 16), conforme a Figura 19.

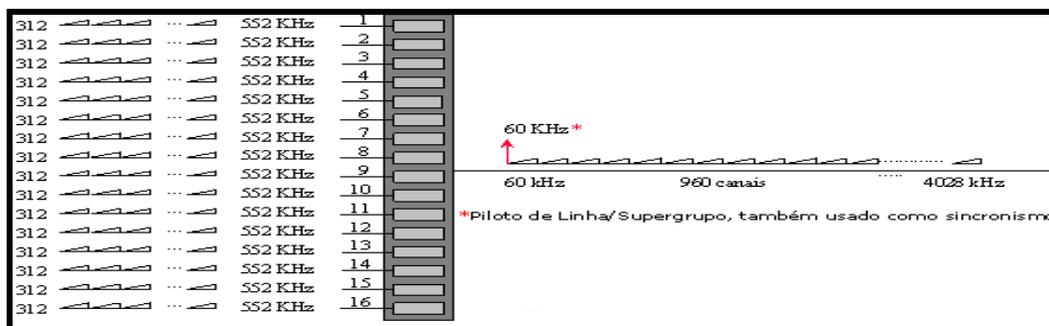


Figura 19 – Formação de um SuperGrupo FDM (Multiplexação por Divisão de Frequência).
Fonte: Teleco, 2007.

Para os sistemas digitais, a técnica adotada foi a Multiplexação por Divisão de Tempo (TDM). Tal técnica reserva para cada canal espaços de tempo pré-definidos, também chamados de “*time slots*” para serem transmitidos. O Brasil adotou o mesmo padrão europeu para multiplexação de sinais digitais e, neste padrão, são reunidos grupos de 32 canais dos quais, geralmente, 30 transportam voz e 2 transportam sinalização e sincronismo, segundo Figura 20.

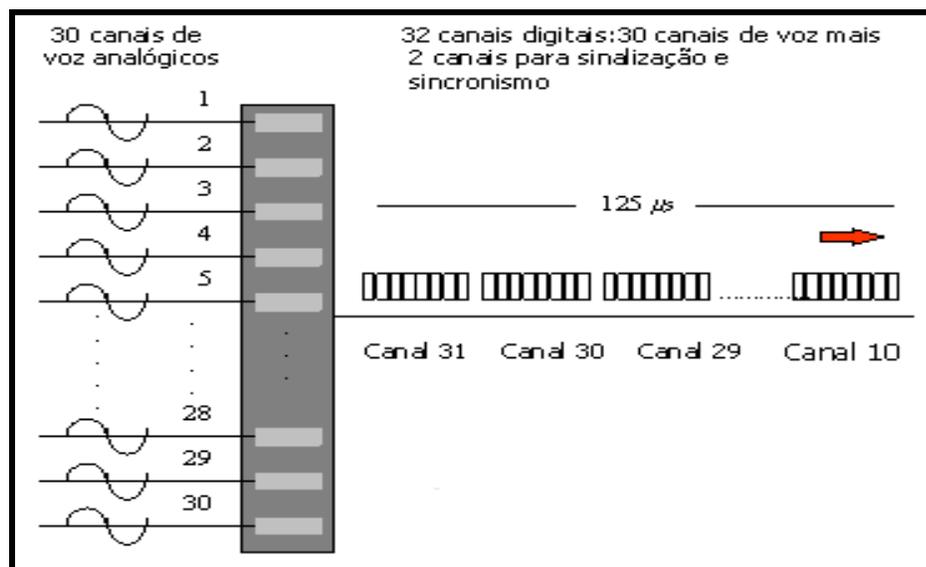


Figura 20 – Formação de um Sistema de Primeira Ordem TDM (Multiplexação por Divisão de Tempo).

Fonte: Teleco, 2007

O modelo da figura acima é chamado de MCP-30, em que os 30 canais de voz são digitalizados e agrupados em um único meio separados em intervalos de tempo de aproximadamente 3,9ms (*time slots*). A taxa de bits necessária para transportar os 32 canais será de 2Mbits/s (8000 amostras por segundo x 8 bits x 32 canais). O agrupamento de

maiores quantidades de canais é feito através dos níveis hierárquicos PDH (Hierarquia Digital Plesiócrons) de concentração. A Figura 21 traz o processo de multiplexação TDM em seus vários níveis hierárquicos de agrupamento PDH para o Brasil e Europa, que utilizam o mesmo modelo, e também para Japão e EUA, que no último nível hierárquico possuem mais canais do que no modelo brasileiro e europeu.

3.4 - A comunicação de dados e a comutação de pacotes

O desenvolvimento das pesquisas em telecomunicações também contemplou a comunicação de dados, principalmente no período da “Guerra Fria”. A possibilidade de um conflito despertou nos EUA a necessidade de montar um sistema logístico de informações auxiliado por computadores, suficiente para concentrar as informações, mas não vulnerável a apenas um ataque. A solução encontrada, segundo Pinheiro (2007), foi distribuir os recursos de computação por todo o país, mantendo-os interligados na forma de uma grande rede, mas de tal modo que a destruição de alguns componentes não impedisse o funcionamento dos restantes. Nessa linha, em 1969 o Departamento de Defesa Americano inaugurou o “ARPANET”, uma rede de pacotes constituída para interligar centros de pesquisa, bases militares e órgãos do governo. Esta rede possuía apenas 4 nós e a interligação dos nós era realizada através de circuitos de 56kbps/s, utilizando protocolo NCP (*Network Control Protocol*).

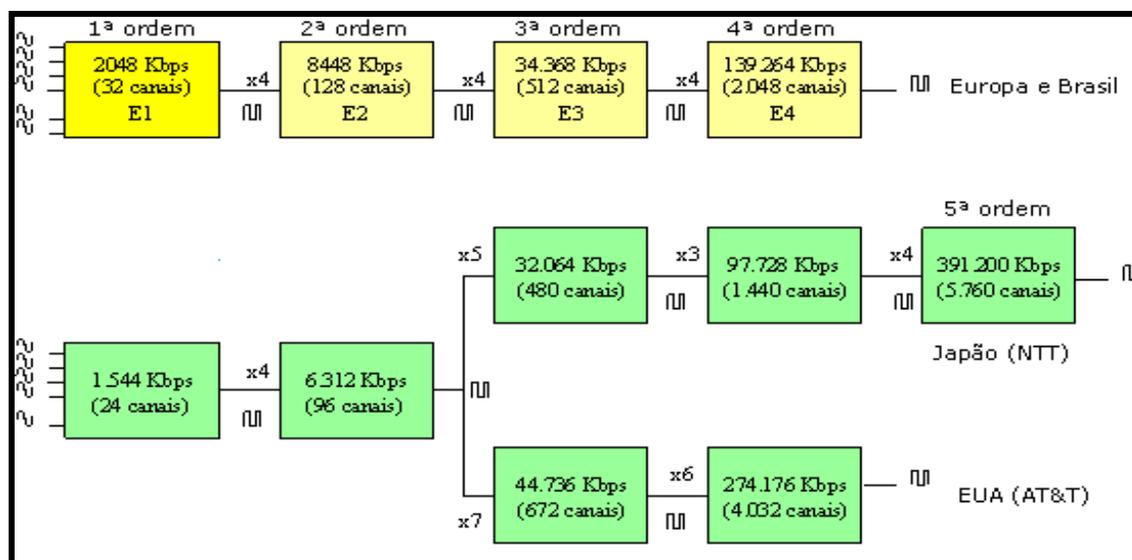


Figura 21 – Processo de Multiplexação TDM (Multiplexação por Divisão de Tempo) em seus Vários Níveis Hierárquicos de Agrupamento PDH (Hierarquia Digital Plesiócrons) para Redes Digitais.

Fonte: Teleco, 2007.

Foi ainda neste projeto que, pela primeira vez, foi experimentada a tecnologia de comutação de pacotes. O método de divisão em camadas funcionais das tarefas de comunicação entre as aplicações residentes em computadores distintos, interconectados por meio de rede (conceito básico de Arquitetura de Redes), foi criado nesse momento também (PINHEIRO, 2007).

O projeto ARPA [*Advanced Research Projects Agent*] foi pioneiro na criação de protocolos de transporte. Dentro de seu escopo foi projetado e implementado o nó de comutação de pacotes e foram elaborados mecanismos para controle de fluxo, confiabilidade e roteamento (PINHEIRO, 2007, p.1).

O protocolo de transferência de arquivos FTP (*File Transfer Protocol*) e o protocolo de terminal virtual Telnet, com utilização difundida nos dias atuais, foram desenvolvidos nesse período. FTP é baseado no TCP e adaptado posteriormente para o TCP/IP. É uma forma rápida de transferir arquivos na internet, por ser independente de *hardware* e do sistema operacional, além de oferecer restrições de acesso.

Também em 1974, o ARPA, responsável pelo ARPANET, no desenvolvimento de suas pesquisas sobre conjunto de protocolos inter-redes, molda o TCP/IP. Lembrando que, inicialmente, a ARPANET utilizava linhas diretas, ponto a ponto entre equipamentos internos da rede (chamados roteadores). Com o surgimento de uma série de outras redes comutadas por pacotes, tornou-se mais interessante o aproveitamento das infra-estruturas já disponíveis para interligar os roteadores. Entretanto, era necessário tratar o problema da heterogeneidade das diferentes sub-redes (COLCHER et al., 2005). Os protocolos TCP²⁰ (*Transmission Control Protocol*) e IP²¹ (*Internet Protocol*) foram criados com este fim. Os fabricantes de equipamentos criaram seus próprios métodos, conhecidos como arquitetura proprietária, para integrar seus produtos em rede, como é o caso da IBM, que lançou a arquitetura SNA (*Systems Network Architecture*).

Surge, portanto, um novo mercado, qual seja, o fornecimento de serviços de telecomunicação de dados por meio de uma estrutura de comunicação, chamada de sub-rede, com base no princípio de comutação de pacotes²². Um órgão internacional, o CCITT

²⁰ TCP é um protocolo de Controle de Transmissão. O TCP/IP realiza a entrega garantida dos dados seqüenciais.

²¹ IP é o protocolo da suíte TCP/IP para encaminhamento e roteamento do pacote. Realiza o roteamento das informações de um computador para outro. Roteamento é a sua função primária.

²² Na comutação por pacote, o tamanho da unidade de dados transmitida é limitado. Mensagens com tamanho acima de um limite devem ser quebradas em unidades menores, denominadas pacotes. Pacotes de uma mesma mensagem podem estar em transmissão simultaneamente pela rede em diferentes enlaces, o que reduz o atraso médio de transmissão total de uma mensagem. Redes de comutação de pacotes requerem nós de comutação com menor capacidade de armazenamento e os procedimentos de recuperação de erros para pacotes são mais eficientes (COLCHER et. al., 2005).

(*Consultive Committee for International Telegraph and Telephone*), elaborou documentos que permitiram a padronização desses serviços. Alguns anos depois, um estudo sobre padrões abertos alternativos deu origem ao Modelo de Referência OSI (*Open Systems Interconnect*), conforme Figura 22, responsável por definir o modelo de sete níveis de protocolo (camadas) para comunicação de dados: (1) física; (2) enlace; (3) rede; (4) transporte; (5) sessão; (6) apresentação; e (7) aplicação. Cada camada desta estrutura está ligada com sua correspondente, ao receber informações da camada anterior e enviar dados para a camada superior. Através das camadas foram desenvolvidas interações que os computadores podem efetuar quando da troca de dados por meio da rede.

No modelo OSI, as sete camadas são numeradas de baixo para cima, sendo que as camadas mais baixas se relacionam diretamente com o *hardware* e com a placa de rede, enquanto que as camadas mais elevadas se relacionam com o *software* e aplicativos. Cada camada se comunica apenas com a camada imediatamente superior ou inferior a ela, isto é, a função de cada camada é simplesmente prover serviços para a camada acima ou abaixo.

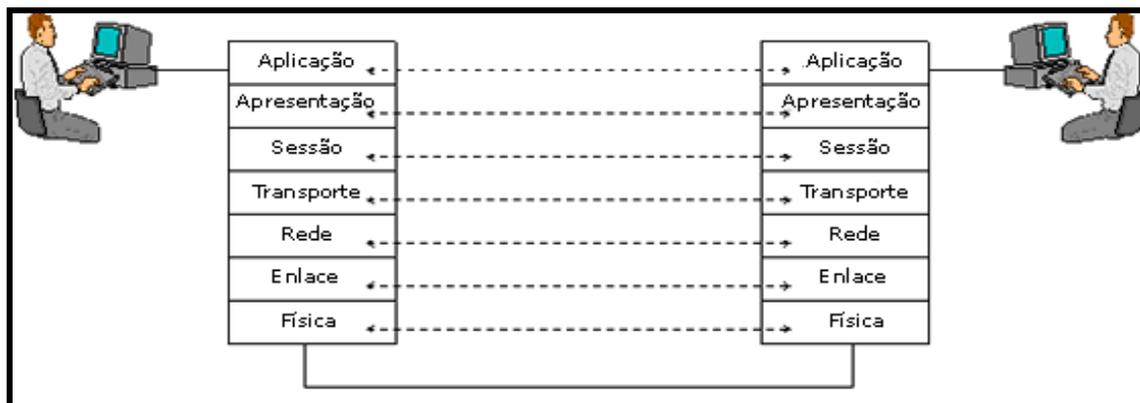


Figura 22 – Modelo OSI (*Open Systems Interconnect*) de Sete Camadas

Fonte: Teleco, 2007.

O protocolo de nível físico se dedica à transmissão de uma cadeia de bits. Ao projetista desse protocolo cabe decidir como representar 0s e 1s, qual a duração de um bit (intervalo de sinalização), se a transmissão será *simplex*²³, *half-duplex*²⁴ ou *full-duplex*²⁵,

²³ Uma comunicação é chamada de simplex quando permite comunicação apenas em um único sentido, tendo em uma extremidade um dispositivo apenas transmissor (*transmitter*) e do outro um dispositivo apenas receptor (*receiver*).

²⁴ Uma comunicação é chamada de half-duplex ou semi-duplex quando existem em ambas as extremidades dispositivos que podem transmitir e receber dados, porém não simultaneamente.

²⁵ Uma comunicação é dita full-duplex ou apenas duplex quando dados podem ser transmitidos e recebidos simultaneamente em ambos os sentidos. Uma linha full-duplex pode ser entendida funcionalmente como equivalente a duas linhas simplex, uma em cada direção.

como a conexão será estabelecida e desfeita, quantos pinos terá o conector da rede, entre outros (COLCHER et. all, 2005). É função desta camada apenas se preocupar com o envio dos dados (bits) pelo meio físico.

A camada de enlace de dados tem como objetivo efetuar o controle de erros e o controle de fluxo em cada enlace da rede. De acordo com Colcher (et all, 2005), existem três estratégias básicas para o controle de erros. A primeira é chamada de simples detecção e consiste no tratamento mais simples, pressupondo a detecção da presença de erros em uma seqüência de bits transmitida e os métodos para detecção são baseados, geralmente, na inserção de bits extras na informação transmitida. A segunda é denominada de detecção seguida de correção, efetuada pela retransmissão da informação corrompida. E, por último, a correção efetuada automaticamente a partir do código, ou seja, a recuperação da informação é efetuada com base na própria informação recebida, a partir da utilização de algum código corretor de erros.

A camada de rede tem como intuito fornecer ao nível superior (transporte) uma independência quanto a considerações de encaminhamento e roteamento. Os serviços de rede possuem duas características básicas, a de orientação e a de confiabilidade. No que diz respeito à primeira característica, um serviço pode ser orientado ou não orientado à conexão. O serviço orientado à conexão sempre possui três fases: (a) estabelecimento da conexão; (b) transferência da informação; e (c) rompimento da conexão. Tais fases indicam o estabelecimento de uma conexão e a garantia de um fluxo. Nos serviços não orientados, a unidade de informação é enviada de forma isolada, sem que haja relação entre os pacotes de dados. Com relação à segunda característica, a confiabilidade, ela pode ser definida como a “capacidade do serviço em fornecer a garantia da entrega correta e ordenada de todas as unidades de informação transmitida” (COLCHER et all, 2005, p.59). As combinações possíveis entre orientação e confiabilidade podem ser visualizadas no Quadro 11 abaixo. Existem apenas três combinações possíveis, uma vez que é difícil imaginar uma opção de serviço de rede confiável sem que ela seja orientada a conexão, e conseqüentemente, a confiabilidade seja facilmente associada à conexão.

A camada de transporte possibilita o fornecimento de uma comunicação confiável, visto que o nível de rede, não necessariamente, garante que um pacote atinja seu destino ou que se preserve a seqüência dos pacotes. Nesta camada, a entidade do nível de transporte da máquina de origem se comunica com a entidade do nível de transporte da máquina de destino. Assim como a camada de enlace, o objetivo da camada de transporte é efetuar o controle de erros e de fluxo. Entretanto, o protocolo de transporte se preocupa com a rede como um todo.

Existem ainda duas funções importantes no nível de transporte, a multiplexação e o *splitting*. A multiplexação consiste em várias conexões de transporte partilhando a mesma conexão de rede e é utilizada quando uma conexão de transporte não gera tráfego suficiente para ocupar toda a capacidade da conexão de rede por ela utilizada. O *splitting* é uma conexão de transporte ligada a várias conexões de rede, sendo utilizado para aumentar a vazão de uma conexão de transporte mediante o uso de várias conexões de rede simultaneamente.

	Orientado a conexão	Não Orientado a conexão
Confiabilidade	Pacotes pertencentes a uma única conexão não são independentes; pertencem ao mesmo fluxo; é possível definir características relacionadas a qualidade do serviço; conhecido pelo nome de "serviço de circuito virtual".	Não usual
Sem Confiabilidade	Não há preocupação com confiabilidade, apenas com o fluxo de informações; opção mais utilizada pelas chamadas redes de comutação rápida de pacotes.	Pacote enviado de forma independente dos demais, sem necessidade de qualquer procedimento ou estabelecimento prévio; não há noção explícita de fluxo; serviço geralmente citado como serviço de datagrama.

Quadro 11 – Combinações de Orientação e Confiabilidade na camada de Rede do Modelo OSI (*Open Systems Interconnect*)

Fonte: Elaboração própria, a partir de COLCHER et al, 2005, p.58-60.

A camada de sessão oferece duas facilidades, os pontos de sincronização e o gerenciamento de atividades. Os pontos de sincronização fazem referência à retomada da transferência em momentos de reconexão da rede. Eventualmente, a rede pode não funcionar, e neste caso seria importante retomar a transferência dos dados do ponto anterior ao da interrupção. Um ponto de sincronização, portanto, nada mais é do que “uma marca lógica posicionada ao longo do diálogo entre dois usuários do serviço de sessão e que pode ser comunicado de um usuário para outro” (COLCHER et al, 2005, p.61). Por sua vez, o conceito de atividade faz com que seja possível os usuários do serviço de sessão distinguirem partes do intercâmbio de dados, denominados atividades. Cada atividade pode ser formada por uma ou mais unidades de diálogo. Durante uma conexão de sessão, somente é permitida a execução de uma atividade por vez, mas podem existir várias atividades consecutivas durante a conexão. Uma atividade pode inclusive ser interrompida e depois recomeçada na mesma sessão ou em conexões diferentes.

A camada de apresentação tem como função realizar transformações adequadas nos dados, antes de seu envio ao nível de sessão. Por transformações adequadas se entendem a formatação e compressão de dados, criptografia e conversão de padrões de codificação.

O protocolo de aplicação é responsável por oferecer aos processos de aplicação os meios para que estes utilizem o ambiente de comunicação OSI (COLCHER et all, 2005). É neste nível em que são definidas as funções de gerenciamento de mecanismos genéricos que servem de suporte à construção de aplicações distribuídas, bem como protocolos de aplicações definidas (transferência de arquivos, correio eletrônico, entre outros).

O padrão IP, também estruturado em camadas, apenas três, foi introduzido em 1979. Todavia, as primeiras implementações verdadeiras da internet (*Interconnected Network*) ocorreram apenas em 1980, no momento em que a ARPA converteu as máquinas de sua rede de pesquisa, ARPANET, para os novos protocolos TCP/IP. Para se conectar ao ARPA, era necessário utilizar TCP/IP, de forma que o mesmo foi incluído no sistema operacional utilizado por quase todas as universidades. Ao passo em que as universidades começaram a se conectar ao ARPANET, este passou a ser “a espinha dorsal (*backbone*²⁶) deste grande conjunto de redes de computadores, que veio a ser conhecido como internet” (PINHEIRO, 2007, p.2). Ao final dos anos 80, a experiência com o ARPANET é finalizada e o NSF (*National Science Foundation*) ficou responsável pela criação de um novo *backbone*, conhecido como NSFNET.

Enquanto a internet se disseminava predominantemente no campo acadêmico, o desenvolvimento no mercado de comunicação de dados também era elevado. Em 1979, já era possível obter fibras ópticas com atenuação de apenas 0,47 db/km e, posteriormente de, 0,2 db/km. No Brasil, em 1980 estavam disponíveis fibras ópticas com atenuação de 3 db/km. Os avanços obtidos pelo centro de desenvolvimento da Telebrás possibilitaram o avanço das operadoras de telefonia no país, principalmente no segmento de centrais digitais, conhecido como Projeto Trópico. Antes do desenvolvimento interno, a grande maioria dos terminais era fornecida por empresas multinacionais e através de importação. Com a entrada no mercado de produtos nacionais em julho de 1990, o preço dos terminais recuaram de US\$ 1000,00 para apenas US\$ 200,00 em aproximadamente quatro anos, conforme Figura 23. A partir deste

²⁶ No contexto de redes de computadores, o *backbone* designa o esquema de ligações centrais de um sistema mais amplo, tipicamente de elevado débito relativamente à periferia. Por exemplo, os operadores de telecomunicações mantêm sistemas internos de elevadíssimo desempenho para comutar os diferentes tipos e fluxos de dados (voz, imagem, texto). Na internet, numa rede de escala planetária, podem-se encontrar, hierarquicamente divididos, vários *backbones*: os de ligação intercontinental, que derivam nos *backbones* internacionais, que, por sua vez, derivam nos *backbones* nacionais. A este nível se encontram, tipicamente, várias empresas que exploram o acesso à telecomunicação e são, portanto, consideradas a periferia do *backbone* nacional.

momento, o sistema de telecomunicações passa por um processo crescente de digitalização de sua rede.

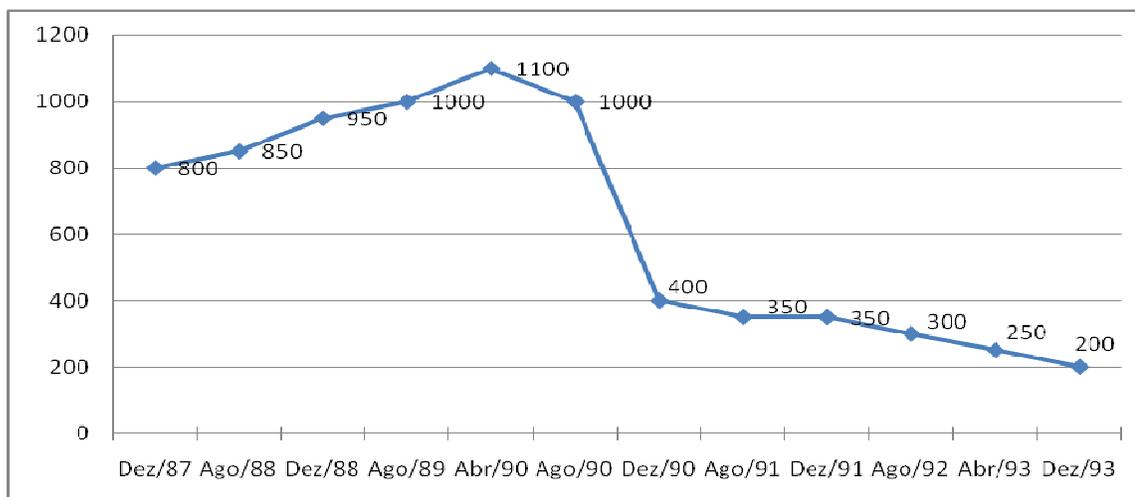


Figura 23 – Redução dos Preços por Acesso Digital com a Entrada do Trópico-RA (US\$)

Fonte: Telebrás, 1997.

Além das centrais digitais, se iniciou no Brasil, em 1984, a produção de fibras ópticas com tecnologia desenvolvida pelo CPqD e mão-de-obra também nacional. O modelo produzido apresentava atenuação de 3db/km. Nesse mesmo período também foram desenvolvidos os primeiros rádios de microondas digitais por meio de técnicas de modulação de amplitude em quadratura²⁷ (QAM) e operação na faixa de 5 GHz. Entretanto, a opção de utilizar a fibra óptica, ao invés do rádio digital, prevaleceu, em função de suas características de imunidade a ruído e pela redução dos preços dos cabos e dos índices de atenuação.

3.5 - O desenvolvimento dos serviços móveis

A expansão dos serviços de telefonia móvel somente foi possível a partir de 1968, embora fossem implementados apenas alguns anos mais tarde, em que as grandes companhias investiram na criação de um sistema, similar ao existente hoje, no qual diversas torres (estações rádio base) seriam responsáveis por atender os usuários de pequenas áreas (células). No caso de deslocamento (*handoff* ou *roaming*), de uma região para outra, o sinal passaria a ser provido por uma torre mais próxima. Um conjunto de células poderia ser controlado por uma única CCC (Central de Comutação e Controle), segundo a Figura 24.

²⁷ A modulação em amplitude e fase (QAM) é uma alternativa que permite chegar a um compromisso mais razoável entre a qualidade e o nível do sinal de recepção. A modelagem QAM é uma combinação entre a modulação por desvio de fase e a modulação por desvio de amplitude.

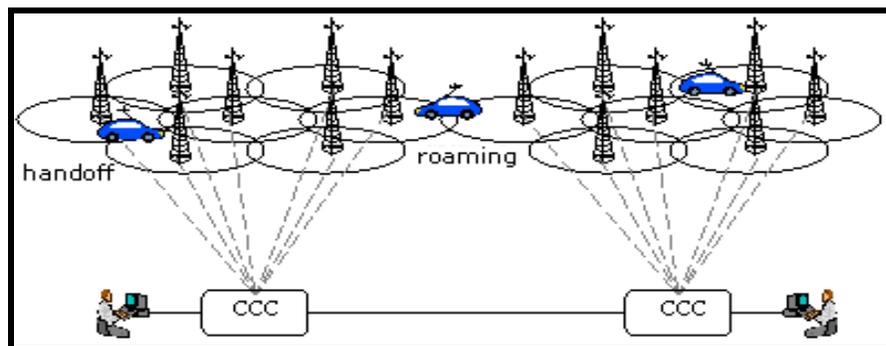


Figura 24 – Topologia Celular Móvel

Fonte: Teleco, 2007.

O sistema móvel MJ (150Mz) introduziu a seleção automática de canal de discagem pelo usuário e, em 1969, tais facilidades foram estendidas para os sistemas MK, que operavam na faixa de 450 MHz. Os sistemas MJ e MK deram origem ao IMTS (*Improved Mobile Telephone System*). O sistema IMTS possuía um padrão de operação, em que um transmissor era instalado em um local próximo ao centro da área a ser coberta, em local bem elevado, de forma que os sinais recebidos pelos usuários móveis estivessem bem acima do nível local de ruídos. A área de abrangência do sistema era de aproximadamente 30-40 km (raio), e para evitar que um sistema interferisse em outro na mesma faixa de frequência, a distância de afastamento era de 200 km. A expansão era limitada pela escassez de espectros de frequência, uma vez que até a década de 70 existiam em torno de apenas 50 canais em todas as faixas de operação.

Com a intensificação do processo de digitalização, ganham força as pesquisas para o desenvolvimento de fibras e sistemas ópticos. O problema encontrado para a difusão da utilização de fibras era o valor de atenuação, isto é, a perda de transmissão, que pode ser definida como a diminuição da intensidade de energia de um sinal ao propagar-se através de um meio de transmissão. Em 1966, os valores de atenuação eram de 3000db/km. No ano de 1970, foram obtidas fibras com atenuação abaixo de 20 db/km. Já em 1972, obteve-se uma fibra óptica com atenuação de apenas 4 db/km e largura de banda de 1Ghz.

Nesse contexto, em 1974, o FCC (*Federal Communications Commission*) regulamentou a faixa para telefonia celular. Surge, então, o sistema AMPS (*Advanced Mobile Phone System*). Tal sistema foi adotado no Brasil pelas operadoras nos primeiros sistemas de telefonia celular analógica. O conceito de analógico se relaciona apenas à voz e está restrito

ao trecho que compreende a torre de transmissão e o usuário móvel, enquanto que os demais segmentos são digitais, como mostra a Figura 25.

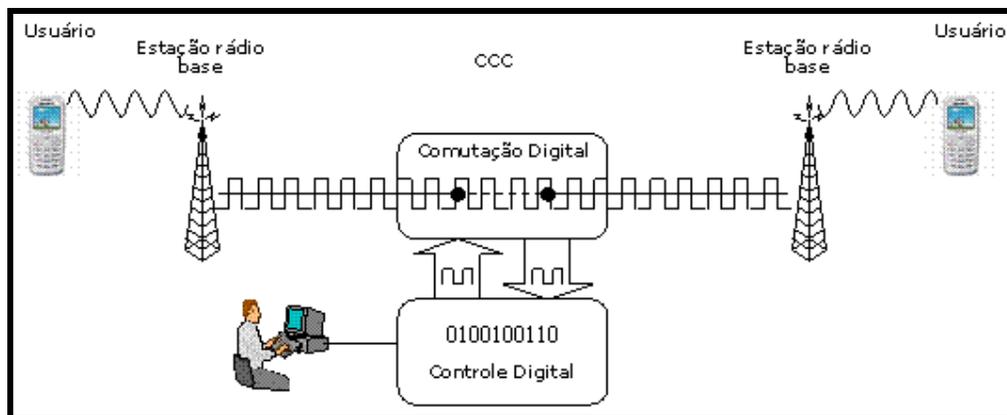


Figura 25 – Sistema AMPS (*Advanced Mobile Phone System*)

Fonte: Teleco, 2007.

Com a digitalização, entra em operação o serviço de telefonia celular. O crescimento exponencial, em termos mundiais, levou ao congestionamento de frequências e forçou a descoberta de alternativas tecnológicas. Em 1991, surgiu a tecnologia digital TDMA IS-54 (*Time Division Multiple Access Interim Standard*) e, em seguida, a TDMA IS-136, a CDMA IS-95 (*Code Division Multiple Access Interim Standard*) e a GSM (*Global System for Mobile Communications*). A tecnologia GSM foi adotada como padrão na União Européia, enquanto que a TDMA foi adotada pelos norte-americanos.

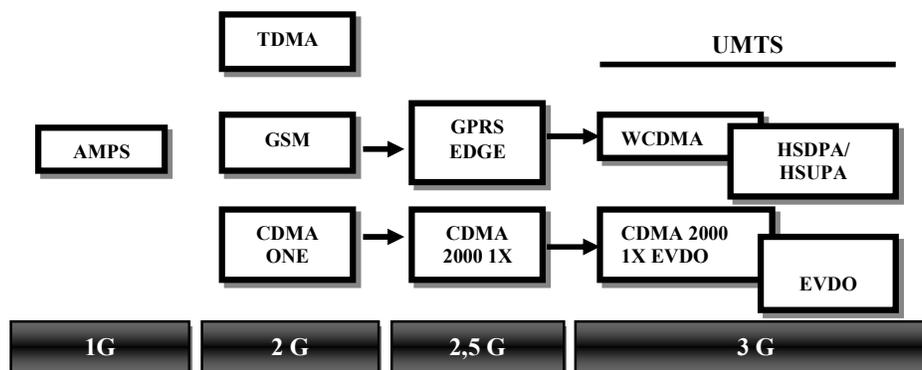


Figura 26 – Evolução das Tecnologias de Telefonia Celular

Fonte: Teleco, 2007.

A análise da evolução dos padrões tecnológicos da telefonia celular, conforme Figura 26, pode ser visualizada pelo que se convencionou chamar de “geração de tecnologias” (TELECO, 2007). Entre as diversas gerações de tecnologias, a que se colocou como dominante no cenário mundial atualmente é a tecnologia GSM, como pode ser constatado na Tabela 20. No segundo trimestre de 2007, o número de celulares GSM atingia o equivalente a 80% do total de celulares.

Tabela 20 – Aparelhos celulares por tecnologia no mundo entre 2005 e 2007 – em milhões e %

	2005	2006	1T07	2T07	
GSM	1719	2171	2281	2378	80.7%
CDMA2000 1X	233	283	284	289	9.8%
WCDMA/HSDPA	48	98	115	136	4.6%
EV-DO	27	50	58	66	2.2%
CDMA ONE	41	21	18	16	0.5%
TDMA	48	20	16	12	0.4%
ANALÓGICO	7	3	3	2	0.1%
OUTROS	69	58	54	50	1.7%
TOTAL	2192	2704	2829	2949	100%

Fonte: Teleco, 2007

Em segundo lugar na lista aparece a tecnologia CDMA2000 1X, ainda também da segunda geração, com aproximadamente 10%. A tecnologia WCDMA, de terceira geração e tida como o próximo padrão dominante, aparece no próximo lugar da lista e apresenta um ótimo crescimento entre 2005 e 2006.

3.5.1 – AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) e TDMA (*Time Division Multiple Access*)

A primeira geração de sistemas celulares era formada por sistemas analógicos, que foram responsáveis por estabelecer as funcionalidades básicas do sistema, como *roaming* e *handover*. *Roaming* indica quando o “terminal está fora de sua área de mobilidade” (SOUZA; TUDE, 2007, p.1) e *handover* faz referência à “mudança de ERB [Estação Rádio Base] durante uma chamada” (SOUZA; TUDE, 2007, p.1). O AMPS, já descrito anteriormente, entrou em operação nos EUA em 1983 e tornou-se o sistema dominante mundialmente. No início da telefonia celular no Brasil, o padrão AMPS também foi o padrão dominante, sendo hoje utilizado basicamente para *roaming* (TUDE, 2003).

O atendimento à crescente demanda por celulares móveis prescindia de aumento da capacidade destes sistemas, o que culminou com o desenvolvimento de sistemas digitais de segunda geração. A tecnologia TDMA surge então como uma opção, ao ser compatível com a

arquitetura e canalização utilizadas pelos sistemas AMPS (Figura 25). O TDMA, ao contrário do AMPS que oferecia um número limitado de serviços, permitia obter dezenas de serviços suplementares, tais como identificação do número chamado, chamada em espera, siga-me e conferência. A evolução das baterias também possibilitava uma maior autonomia dos aparelhos.

3.5.2 – GSM (*Global System for Mobile Communications*)

O padrão GSM mantém a estrutura básica dos sistemas celulares e oferece as mesmas funcionalidades básicas dos demais, como *roaming* e *handover* entre células. Entretanto, sua arquitetura difere das anteriores, como pode ser visualizado na Figura 27. Neste sistema, a estação móvel (MS) é o aparelho celular do indivíduo, passível de utilização quando carregado com um cartão inteligente conhecido como “SIM Card ou Módulo de Identidade do Assinante” (TUDE, 2003a, p.1). Sem o SIM Card não existe um vínculo com um usuário e não é possível realizar ligações. O SIM Card armazena informações, tais como, um número de 15 dígitos que representa a identificação do assinante do aparelho celular. Este número também é chamado de IMSI ou Identidade Internacional do Assinante Móvel (*International Mobile Subscriber Identity*). O terminal ou aparelho celular também é identificado por um número com 15 dígitos, atribuído especificamente pelo fabricante e chamado de IMEI ou Identidade Internacional do Equipamento Móvel (*International Mobile Station Equipment Identity*).

Outro componente da arquitetura GSM é a *Base Station System* (BSS), responsável pelo sistema de comunicação com as estações móveis em uma determinada área. O BSS é formado por várias *Base Transceiver Station* (BTS) também conhecidas como ERBs. O conjunto de BTS é controlado pela *Base Station Controller* (BSC). A central de comutação e controle, responsável pelas funções de comutação e sinalização para as estações móveis de uma determinada área geográfica, é chamada de *Mobile Services Switching Centre* (MSC). A diferença entre uma central de comutação para serviços móveis e uma para serviços fixos é que “a MSC tem que levar em consideração a mobilidade dos assinantes (locais ou visitantes), inclusive *handover* da comunicação quando estes assinantes se movem de uma célula para outra” (TUDE, 2003a, p.1).

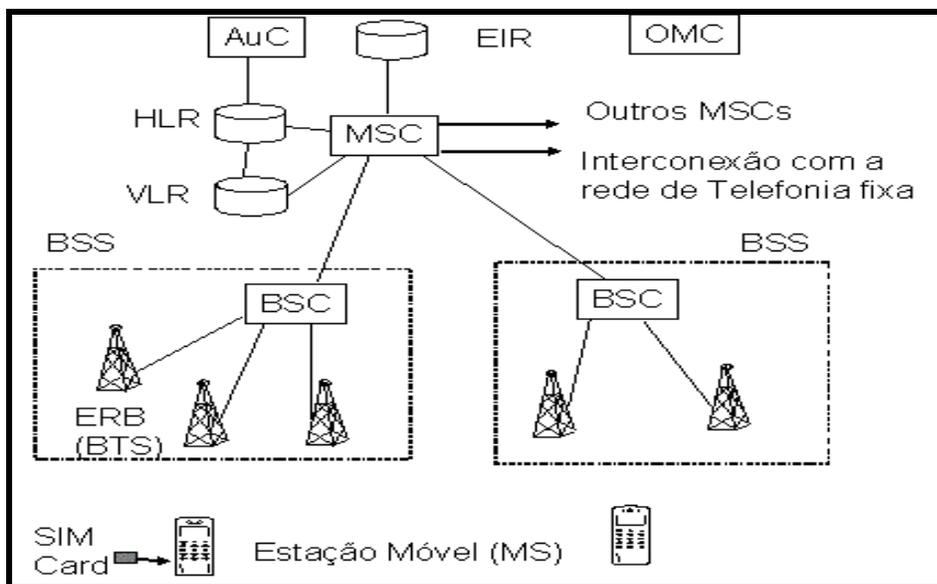


Figura 27 – Arquitetura GSM (*Global System for Mobile Communication*)
 Fonte: Teleco, 2007.

O registro dos assinantes locais e suas informações ficam armazenados no *Home Location Register* (HLR), enquanto que os registros de assinantes visitantes (*roaming*) são alocados no *Visitor Location Register* (VLR). Os IMEIs dos telefones celulares são armazenados no *Equipment Identity Register* (EIR). Por sua vez, o Centro de Autenticação (AUC), em associação com o HLR, é responsável pela autenticação dos assinantes no uso do sistema. A operadora controla o sistema como um todo através do *Operational and Maintenance Center* (OMC).

A tecnologia GSM, com relação aos serviços oferecidos, procurava oferecer os mesmos serviços disponíveis para a telefonia fixa. Um serviço oferecido era o chamado *Bearer Services*, isto é, transporte de dados usados para conectar dois elementos de uma rede. Disponibilizaram-se também os serviços de comunicação (*Teleservices*) entre dois assinantes como telefonia, mensagens curtas (SMS) e FAX. Com relação aos serviços complementares, a identificação do número chamador, a chamada em espera, o siga-me e a conferência também eram oferecidos.

O padrão de sistema celular GSM é o que possui o maior número de usuários no mundo, atingindo a marca de aproximadamente 2.4 bilhões de usuários no primeiro trimestre de 2007, o que corresponde a 82% do mercado de telefonia móvel mundial, segundo dados do site GSMWorld²⁸. O grande número de assinantes e a presença mundial garantem as

²⁸ Para mais informações: www.gsmworld.com.

economias de escalas mediante as facilidades de *roaming* e custos mais baixos para redes e aparelhos.

3.5.3 – CDMA (*Code Division Multiple Access*)

A tecnologia CDMA (*Code Division Multiple Access*) é um padrão digital de segunda geração, desenvolvida nos EUA e, em sua primeira versão, é conhecida como CDMAOne. Tal padrão utiliza espalhamento espectral (*Spread Spectrum*²⁹) como meio de acesso, de forma a permitir que vários usuários compartilhem de uma mesma banda de frequência. É possível uma “melhor utilização do espectro possibilitando um aumento de capacidade dos sistemas celulares” (TUDE, 2003b, p.1). Em outros sistemas, o múltiplo acesso de vários aparelhos a uma mesma ERBs é feito alocando uma frequência para cada celular (AMPS) ou então compartilhando uma mesma faixa de frequência, mas transmitindo em tempos diferentes (TDMA). No CDMA, o acesso múltiplo de canais que compartilham uma mesma banda de frequências é feito pela utilização de códigos diferentes pelos vários aparelhos celulares. A informação somente pode ser obtida destes canais se conhecendo a chave específica com a qual o canal é codificado (TUDE, 2003b).

A arquitetura de funcionamento do padrão CDMA é similar à estrutura de funcionamento GSM. As estruturas definidas como ERBs, BSC, MSC, VLR e HLR também estão presentes. Uma diferença fundamental é que os aparelhos celulares não dispõem de um SIMCard, sendo apenas identificada por um MIN (*Mobile Identification Number*) e o aparelho possui um número de série eletrônico (ESN).

Os serviços oferecidos por este padrão tecnológico passam pelos serviços de voz, identificação do número de chamada, chamada em espera, siga-me e conferência, além dos serviços de mensagens curtas (SMS) inclusive para assinantes em *roaming* e os serviços de mensagem multimídia (MMS). Os serviços multimídia permitem que o usuário envie fotos, vídeos e áudio e também que se conecte à internet.

A tecnologia CDMA atingiu por volta de 400 milhões de usuários em junho de 2007, de acordo com *CDMA Development Group*³⁰. Os desenvolvimentos desta tecnologia para 2.5G e 3G foram adotados em países africanos – onde o GSM não se mostrou eficiente – alcançando inclusive taxas de crescimento de 20% entre junho de 2006 e junho de 2007. O

²⁹ Na técnica de *Spread Spectrum*, o sinal de informação é codificado utilizando-se uma chave de código que provoca o seu espalhamento espectral em uma banda transformando-o em ruído (TUDE, 2003b).

³⁰ CDMA Development Group é um consórcio internacional de empresas que oferecem suporte ao CDMA.

padrão CDMA ganha força também em países do Sudeste Asiático e no Oriente Médio (MONTEIRO, 2007). As apostas na evolução do CDMA para 3G, chamada de WCDMA são elevadas, principalmente na Europa e, segundo o presidente da Qualcomm no Brasil, Marco Aurélio Rodrigues (apud MONTEIRO, 2007), “na Europa não há mais discussões GSM x CDMA simplesmente porque o WCDMA chegou para ficar”. Para ilustrar, o *market share* da tecnologia GSM no mercado europeu, que era de 98.4% no final de 2002, passou para 89.2% em 2006.

3.5.4 – GPRS (*General Packet Radio Service*)

A rede GSM é uma rede otimizada para voz e, em suas especificações, tinham como objetivo reproduzir para a rede móvel os serviços de dados disponíveis na rede fixa. Devido à estrutura flexível dos canais físicos, facilitaram a utilização de serviços como SMS, FAX e transporte de dados. Assim, surge o GPRS³¹ (*General Packet Radio Service*), um serviço de valor agregado não baseado em voz e que permite o envio e recepção de informações através de uma rede telefônica móvel (CARVALHO, 2007).

Na rede GSM, cada canal de rádio frequência ocupa uma banda de 200 Hz e transmite um sinal digital com taxa de 270,833 kbit/s com uma estrutura de quadro com 8 intervalos de tempo (*time slots*), sendo que nenhum canal está designado, a priori, para uma tarefa em particular. Os canais lógicos, de voz, dados ou sinalização de controle são mapeados nestes *slots* de tempo. Ao se estabelecer uma conexão, é utilizado um slot de tempo para voz ou para dados de até 9,6 kbit/s. No GPRS, os pacotes de dados também são enviados através de múltiplos *slots* de tempo, mas não existe reserva, sendo os *slots* alocados conforme a demanda dos pacotes enviados ou recebidos (TUDE, 2003c). Como resultado, a taxa de transporte de dados varia entre 26 e 40 kbit/s e na teoria pode chegar a 171,2 kbit/s.

O GPRS também tem a vantagem de facilitar as conexões instantâneas, uma vez que a informação pode ser enviada ou recebida imediatamente. Adicionalmente, o GPRS facilita novas aplicações, antes não disponíveis devido às limitações na taxa de transferência, como, por exemplo, a navegação na web e a transferência de arquivos para automação de residências³².

³¹ GPRS não está relacionado com GPS (Sistema de Posicionamento Global).

³² Arquivos para automação de residências fazem referência à habilidade de acessar e controlar remotamente os equipamentos e recursos disponíveis em casa.

3.5.5 - EDGE (*Enhanced Data for GSM Evolution*)

O EDGE (*Enhanced Data for GSM Evolution*) representa a evolução do padrão GSM/GPRS no sentido de alcançar a terceira geração. Tal evolução possibilita oferecer maiores taxas de dados e ao mesmo tempo atender demanda por serviços mais sofisticados. As alterações na rede são mínimas, com foco nas características de modulação e na implementação de nova codificação e decodificação do sinal, associadas com adaptações do sinal e envio de redundância de informação que aumentam a eficiência da utilização do espectro (SOARES, 2003). A implementação deste novo serviço implica apenas adicionar novas características na rede GSM, mantendo a compatibilidade com os aparelhos celulares GSM/GPRS e com os equipamentos da rede (BSS, BSC, MSC).

A rede GSM/GPRS continuaria operando normalmente, sendo preciso atualizar os *softwares* das ERBs de modo a possibilitar o funcionamento das modulações GMSK e 8PSK, utilizadas para o funcionamento do EDGE, além de trocar a placa PCU por uma placa EPCU na BSC, que também necessita de uma atualização de *software*.

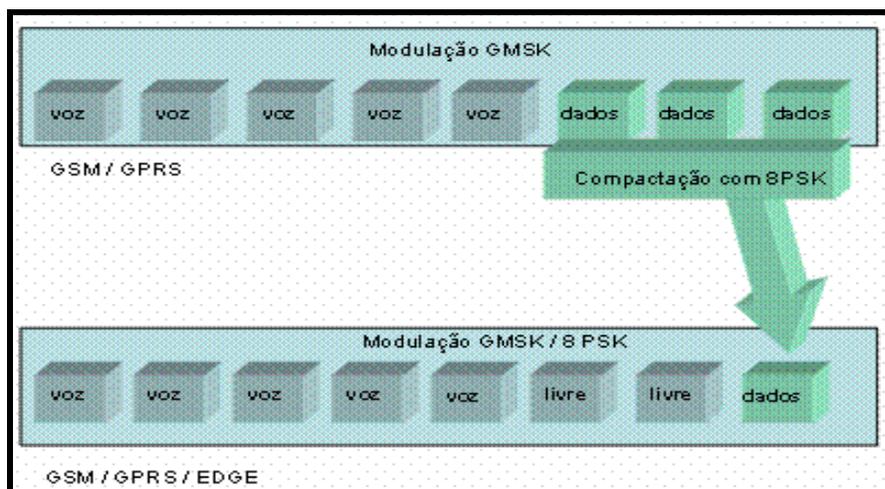


Figura 28 – Aumento da Eficiência com EDGE (*Enhanced Data for GSM Evolution*) na Rede
Fonte: Teleco, 2007.

O sistema GSM era baseado na modulação GMSK (1 bit/ símbolo) e no EDGE se tem a utilização do 8PSK (3 bit/ símbolo), o que permite triplicar a taxa de transmissão de dados, como destaca a Figura 28. A modulação 8PSK aumenta a quantidade de bits por símbolo, permitindo colocar três vezes mais informações no mesmo canal de rádio frequência (200 KHz) utilizado pela rede GSM/GPRS, de maneira que, para cada três “*time slots*” usados anteriormente, a informação é compactada e se utiliza apenas um “*time slot*”.

3.5.6 - UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)

A terceira geração de telefonia celular é conhecida na Europa como *Universal Mobile Telecommunication System*, responsável por promover uma grande variedade de produtos, especialmente os relacionados à multimídia, aplicações para internet e altas taxas de transmissão, que pode atingir até 2 Mbps por usuário móvel, além de permitir padrão global de *roaming*. Dentre as tecnologias de terceira geração, o WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) emerge como a principal solução nos EUA, Europa, Japão e Coréia, onde já está sendo padronizado. Segundo Quadros e Schmid (s/d), os principais objetivos da 3G é fornecer acesso global, *roaming* internacional, uso em todas as aplicações móveis, altas taxas de transmissão (2 Mbps), alta eficiência e suporte tanto à comutação por circuitos quanto por pacotes. Entre os padrões que o UMTS engloba, encontramos o WCDMA e o CDMA 2000.

A arquitetura de rede do UMTS é apresentada na Figura 29. O componente UE (*User Equipment*) ou equipamento do usuário é o terminal móvel e também possui um módulo de identidade de serviços do usuário, similar ao SIMCard na rede GSM. Outra parte do sistema é designada de UTRAN ou rede terrestre de acesso rádio do UMTS. O componente CN (*Core Network*) faz referência ao núcleo da rede que suporta serviços baseados em comutação de circuitos e comutação de pacotes. Os elementos Uu e Iu indicam as interfaces entre estas unidades, enquanto Iur é a interface entre dois RNS (*Radio Network Subsystem*). O RNS é composto de RNC (*Radio Network Controller*) e de BS (ERBs).

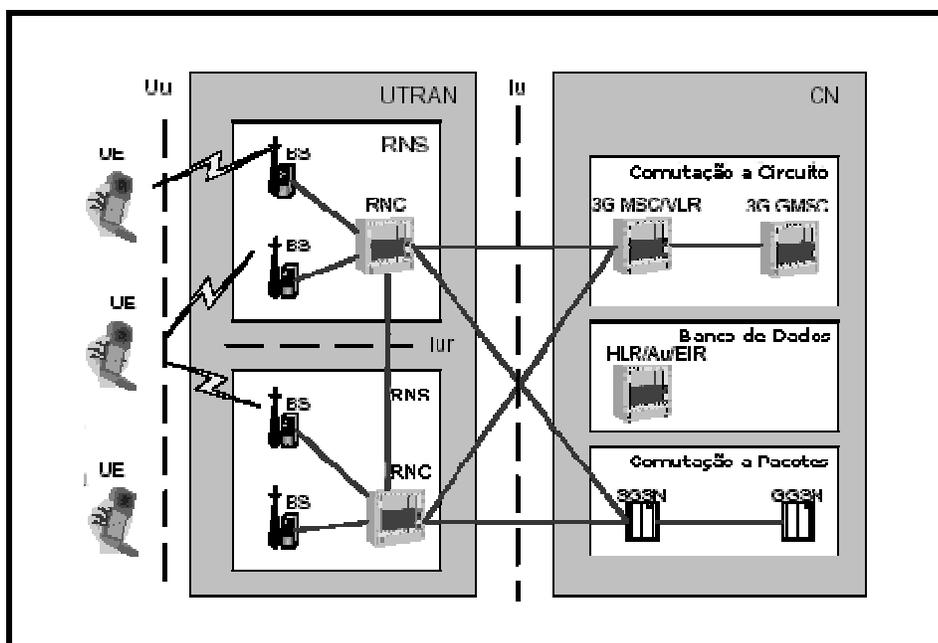


Figura 29 – Arquitetura UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)

Fonte: Teleco, 2007.

A implantação do UMTS por uma operadora envolve alguns aspectos relacionados à disponibilidade de terminais e existência de serviços desenvolvidos para o usuário. O UMTS tem como hipótese que o novo sistema será implantado através da utilização de novas faixas de frequência, a serem adquiridas pelas operadoras mediante leilões. Este novo sistema deverá ser introduzido de forma gradual, convivendo com os modelos já existentes.

Neste novo ambiente também se desenvolveu a tecnologia HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), capaz de oferecer taxas de *download* que atingem, teoricamente, até 11Mbit/s e também a tecnologia HSUPA (*High Speed Uplink Packet Access*), desenvolvida para melhorar a velocidade de transmissão de dados em *upload*, que podem, inclusive, atingir velocidades de até 5.7 Mbits/s. Assim como na tecnologia ADSL, os modelos são assimétricos na transmissão de dados e “visa aplicações em que o tráfego em direção ao usuário é muito maior do que no sentido oposto” (TUDE, 2005, p.2). O HSDPA é um serviço de dados criado com base em pacotes WCDMA em um canal de 5 MHz. Esta tecnologia permite otimizar os recursos de transmissão de dados, além de implementar mecanismos de redução do tempo de latência³³.

Dentro do padrão UMTS e em complemento à tecnologia CDMA, foi desenvolvido o 1xEV-DO, isto é, um sistema de dados sem fio com alta velocidade e alta capacidade que combina a conveniência da mobilidade com o desempenho de uma rede de dados fixa (ESTEVEZ; SWART, 2004, p.2). Tal tecnologia possibilita transmissão de dados acima de 2.4 Mbit/s e acesso a serviços de dados multimídia avançados a um custo muito competitivo, uma vez que apenas uma ERB é capaz de transferir mais que 4 Mbit/s de capacidade usando um canal de 1.25 MHz, o mesmo das tecnologias anteriores. Essa eficiência implica que as operadoras CDMA podem ampliar a capacidade de transferência com *upgrades* mínimos na sua rede.

A Figura 30 abaixo mostra a evolução do número de celulares de terceira geração no mundo, a partir de 2003. Os celulares sob a tecnologia UMTS (WCDMA) passaram de 2.8 milhões em 2003 para 158 milhões no terceiro trimestre de 2007, enquanto os celulares com tecnologia EV-DO atingiram 83 milhões, somando 241 milhões no penúltimo trimestre de 2007.

³³ Ao acessar um site na internet, alguns sites oferecem uma conexão “rápida” enquanto outros são mais “lentos”. Latência é o tempo que um pacote IP (conjunto de informações codificado de acordo com uma das linguagens – protocolos) gasta para ir e voltar de um ponto a outro da rede, tempo este normalmente medido em milissegundos. Quanto menor a latência, melhor o tempo de resposta da rede. Para saber mais, ver: www.teleco.com.br.

3.6 - Desenvolvimento Internet

O lançamento do primeiro navegador gráfico, o *Mosaic*, contribuiu na atração de novos usuários, devido às facilidades agregadas. Com o desenvolvimento e aumento da produção, os computadores tiveram redução de preços e sua utilização nas universidades e órgãos do governo aumentaram. Tais fatores contribuíram para elevar os custos de manutenção e ampliação do *backbone* da NSFNET, em virtude do crescimento acelerado da demanda por canais de dados. Crescia também a pressão comercial, por parte de empresas e indivíduos para ter direito ao acesso à internet.

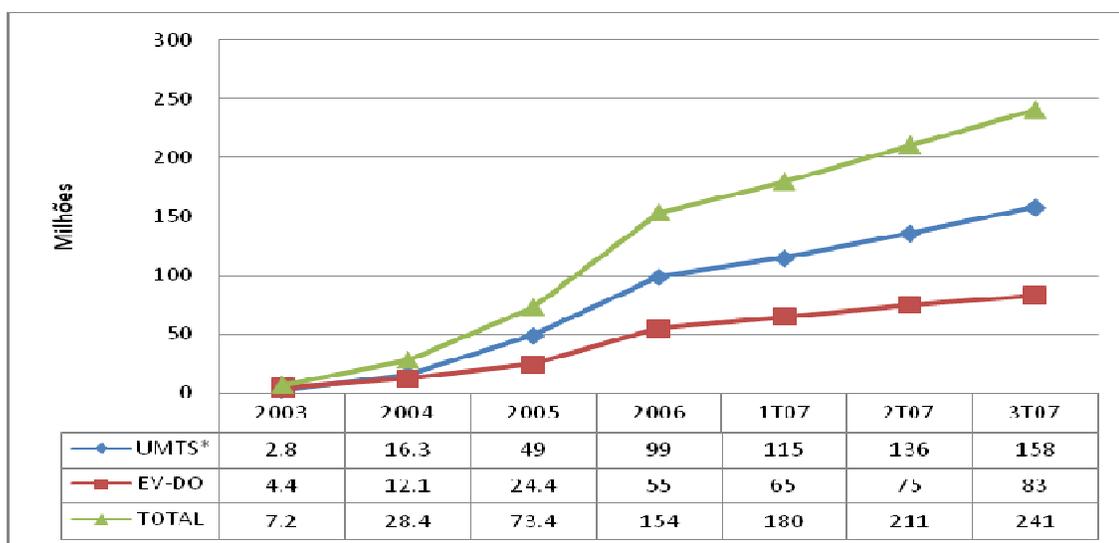


Figura 30 – Celulares 3G no mundo entre 2003 e 2007 – em milhões

Fonte: Teleco, 2007.

*UMTS inclui WCDMA e HSDPA

Entretanto, mesmo com o crescimento da internet comercial, os acessos dos usuários ao sistema, em muitos países, permaneciam analógicos. Apenas clientes de grande e médio portes possuíam acesso através de fibras ópticas (enlaces PDH³⁴, SDH³⁵ ou modems ópticos) e *links* de rádio digitais. Os sistemas de SDH, modem-óptico e rádios digitais de baixa capacidade são utilizados para transporte de voz e comunicação de dados, enquanto que os

³⁴ A hierarquia digital pliesiocrona (PDH) é um conjunto de padrões desenvolvidos pelo CCITT que definem as características das redes digitais pliesiocronas e suas hierarquias de multiplexação. A PDH possui duas hierarquias de multiplexação. Nos EUA e outros países, foi adotada uma hierarquia com taxa de bit fundamental de 1.5Mbit/s. Na Europa e outros países, foi adotada uma taxa de transmissão de bit de 2 Mbit/s (SCHWEITZER, 1999).

³⁵ Na medida em que as taxas de transmissão foram se elevando, houve a necessidade de se padronizar tais taxas, dando origem a uma nova tecnologia denominada Hierarquia Digital Síncrona (SDH). A SDH constitui uma rede de transporte que possui uma taxa de transmissão de bits acima de 140 Mbit/s, e o código do sinal óptico através dos enlaces é padronizado, fazendo com que equipamentos de linha de diversos fabricantes sejam compatíveis (SCHWEITZER, 1999).

sistemas de rádio-modem são utilizados apenas para circuitos de comunicação de dados (PINHEIRO, 2007).

Outro modelo que possibilita a comunicação digital é a utilização de terminais RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), também conhecidos como ISDN (*Integrated Services Digital Network*) e apresentados na Figura 31. Nas palavras de Ferrari (1991, p.193), ISDN pode ser definida como “uma rede derivada da rede telefônica digital integrada, que proporciona conectividade ponto a ponto para o suporte de uma variedade de serviços”. De acordo com Pinheiro (2007), neste modelo, as centrais digitais são equipadas com linhas de assinantes (acesso básico) com capacidade de transmissão de 2 canais de 64 kbits/s, mais um canal de sinalização de 16 kbits/s. Os equipamentos de maior porte podem ser interligados por meio de um ou mais acessos RDSI de 2 Mbits/s.

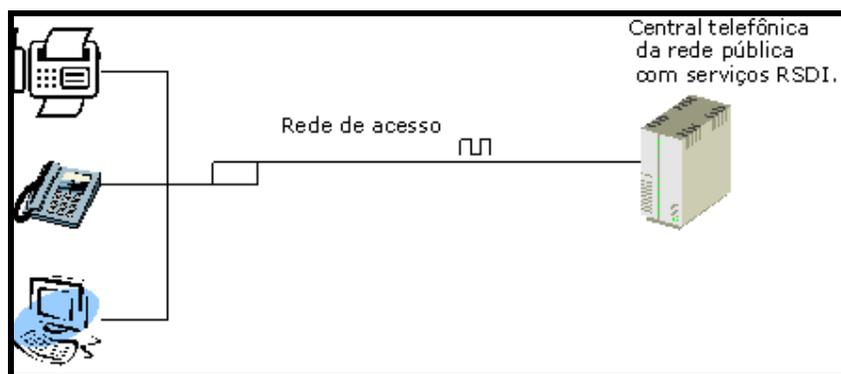


Figura 31 – Acesso Básico RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) ou ISDN (*Integrated Services Digital Network*).

Fonte: Teleco, 2007.

O ponto importante com esta mudança é enfatizar não apenas a digitalização da rede, inclusive da última milha (linha do assinante), o que tornava os sinais digitais de um extremo a outro da comunicação, mas também o impacto da “utilização da tecnologia digital nas linhas dos assinantes, o que possibilitava o oferecimento de uma variedade de serviços ao usuário através de uma única linha” (COLCHER et al, 2005, p.88). O usuário tem a sua disposição dois canais de 64 kbits/s e pode utilizá-los de três formas distintas: para duas chamadas telefônicas simultâneas; para uma chamada telefônica e uma conexão de dados a 64 kbits/s; ou então, para uma conexão de dados a 128 kbits/s. A digitalização dos acessos da rede assinante foram influenciados também pelo desenvolvimento da tecnologia DSL (*Digital Subscriber Line*), na medida em que esta possibilitou a transmissão por taxas cada vez mais

elevadas. O DSL é implantado através de fios de cobre de modo a aproveitar a planta externa existente das companhias telefônicas (TUDE, 2002).

Outra aplicação, que faz uso intenso da tecnologia DSL, é conhecida como ADSL (*Asymmetric DSL*) e é utilizada em grande parte para acesso banda larga via internet. Neste modelo, a transmissão de dados é realizada de forma assimétrica, isto é, a taxa de transmissão no sentido do assinante (*download*) é superior à taxa de sentido contrário (*upload*). A taxa de *download* pode atingir até 8 Mbits/s, enquanto que a taxa de *upload* não ultrapassa 640 kbits/s. Com a introdução do ADSL, o mesmo par de fio de cobre é utilizado na transmissão de voz e na conexão com a internet, contribuindo para descongestionar as centrais telefônicas. Uma rede típica ADSL é apresentada na Figura 32. Um dos componentes é um modem ADSL, que deve ser instalado na residência ou escritório do usuário para propiciar a conexão do computador com a internet. Os divisores de potência são instalados nas residências e nas centrais telefônicas e têm como função separar o sinal de voz da chamada telefônica do tráfego de dados via ADSL.

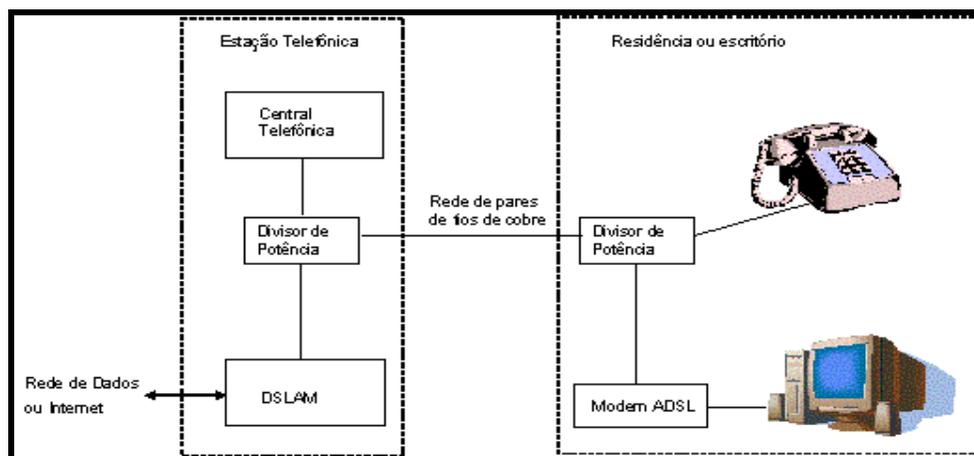


Figura 32 – Arquitetura da Rede ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*).

Fonte: Teleco, 2007.

Na central telefônica, cada par telefônico é conectado a um multiplexador de acesso DSL, também chamado de DSLAM, cuja função é concentrar o tráfego de dados das várias linhas com modem DSL e conectá-lo com a rede de dados. Tal rede de dados pode ser a rede do provedor de conexão à internet. Várias tecnologias compõem a família DSL, sendo usadas para o provimento de serviços de dados de alta velocidade através de pares de fios de cobre e geralmente referenciadas como xDSL. A tecnologia ADSL é mais utilizada para acesso à

internet³⁶ e suas características, como assimetria (taxas diferentes entre *download* e *upload*), a tornam inadequada para outras aplicações.

A introdução da conexão por banda larga para acesso à internet completa o ciclo de digitalização das redes. O resultado foi uma rede de telefonia fixa capaz de oferecer serviços de maior qualidade e confiabilidade; a criação de uma estrutura mundial de comunicação de dados integrada mediante o uso da internet e padronização pelo modelo TCP/IP; e uma infraestrutura capaz de suportar a crescente demanda por aparelhos móveis.

Embora tanto a rede de voz quanto a de comunicação de dados tenham equipamentos digitais controlados por *softwares*, ainda existe uma diferença importante, responsável por custos operacionais mais elevados, que é o modo de transporte dos serviços, circuito na telefonia e pacote na comunicação de dados, pois ambos requerem investimentos de manutenção distintos. Em um modelo de convergência, a telefonia se torna mais um serviço dentro da estrutura de comunicação de dados, como é o caso da tecnologia VoIP (Voz sobre IP).

3.7 - O Modelo PANS

A discussão em torno da liberalização econômica, a partir do final dos anos 80, foi um fator importante para a quebra do monopólio no setor de telecomunicações, em termos mundiais. No entanto, mais do que o fator ideológico, a questão tecnológica foi de extrema importância, ou nas palavras de Boylaud & Nicolleti (2000), a convicção de que o mercado de telecomunicações é um monopólio natural perdeu força exatamente com o avanço das tecnologias digitais e o advento da Era da Informação. As novas formas de transmissão de dados e voz não vieram sozinhas. O aumento exponencial da capacidade de processamento e armazenamento, segundo a Lei de Moore, deu origem a uma grande concorrência em escala global. Produtos ganham novas aplicações, como, por exemplo, os microprocessadores que encontram na informática e nos telefones celulares um ótimo campo para expansão, ou ainda no desenvolvimento da TV digital.

The different waves of liberalization, combined with the recurrent trends of technological innovation, have produced a new organization of the industry in which a large number of new entrants were registered, as well as the development of new activities such as the Internet, computing, software, middleware and broadcasting (GAFFARD; KRAFFT, 2000, p.20).

³⁶ Como exemplo podemos citar os serviços: Speedy da Telefonica, Turbo da Brasil Telecom, Velox da Telemar e Turbonet da GVT.

O setor, com as inovações tecnológicas, portanto, progressivamente abandona o padrão “*circuit switched systems*” e segue em direção a um novo padrão, conhecido como “*packet switched systems*”. Este novo padrão compacta mensagens diversas, de voz, dados ou imagens, para transmiti-las pela rede e no destino, torna a reagrupá-las. Além dos novos serviços oferecidos, a tendência mais recente é o fenômeno da convergência, também conhecido como PANS (*Pretty Amazing New Services*), como demonstra a Figura 33. Exemplos dos serviços disponibilizados neste novo modelo: telefonia na internet, serviços em telefonia celular, celular com transmissão de imagem, acesso móvel à internet, telefonia fixa via internet, entre outros. Neste cenário, enquanto novos mercados são criados, antigos mercados também são destruídos, no sentido de “destruição criadora” de Schumpeter (1988).

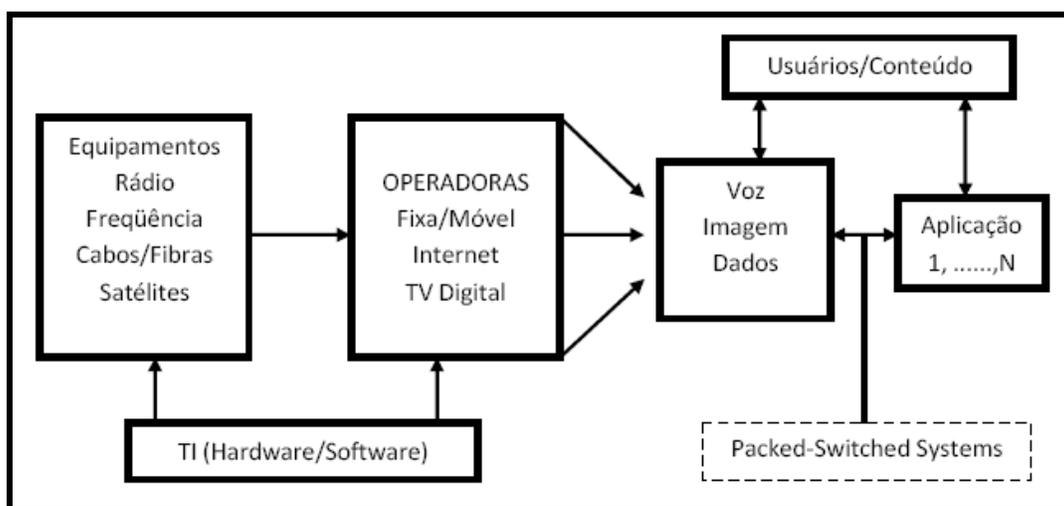


Figura 33 – Modelo PANS (*Pretty Amazing New Services*)

Fonte: Campanário; Silva, 2004.

Houve uma mudança significativa na estrutura do setor, segundo a Figura 34, dada a emergência de um novo sistema de inovações. O ponto 1 da figura apresenta a relação vertical e exclusiva entre os fornecedores tradicionais e os operadores de telefonia, caracterizados pelo monopólio. No ponto 2, com a entrada de novas empresas, devido à liberalização e apoio à concorrência no setor, surgem novos fornecedores que disputam o fornecimento com os novos entrantes no mercado. Neste ponto, as operadoras deixam de lado as atividades de P&D, encarregando os fornecedores destes gastos, ou seja, na Velha Indústria de Telecomunicações (modelo POTS), o processo de inovação era centralizado nos grandes laboratórios centrais dos operadores monopolistas, enquanto que, na Nova Indústria de Telecomunicações (modelo PANS), a responsabilidade recai sobre os fornecedores especializados (FRANSMAN, 2002).

Todavia, para fazer frente às novas demandas, os antigos monopólios agora são praticamente obrigados a se integrarem ou até mesmo incorporarem outros veículos de comunicação, como telefonia móvel, internet, TV e rádio frequência (SBRAGIA; GALINA; CAMPANARIO; SILVA, 2004). O ponto 3 indica as estratégias adotadas pelas empresas já atuantes para obter as competências das novas firmas inovadoras e também obter participação no mercado.

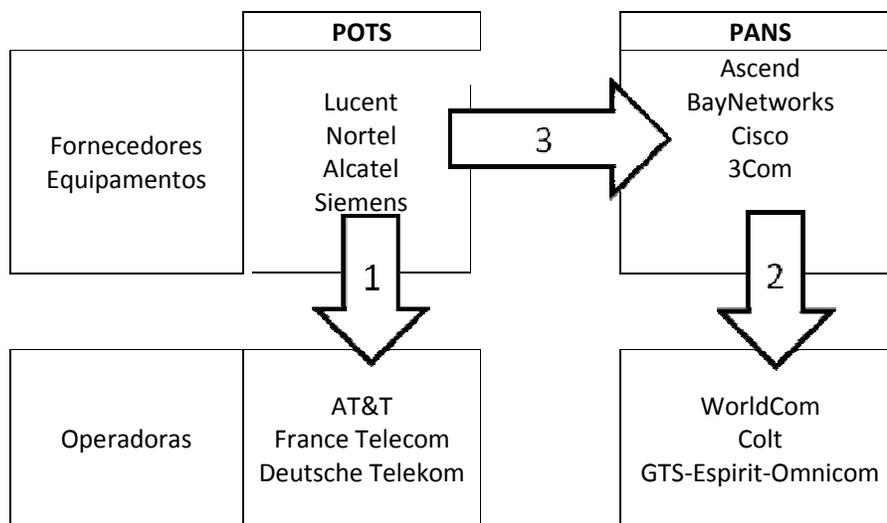


Figura 34 - Estrutura do Setor de Telecomunicações nos Modelos POTS (*Old Telecommunications Services*) e PANS (*Pretty Amazing New Services*).

Fonte: GAFFARD; KRAFT, 2000, p.33.

As operadoras de telecomunicações operam não apenas o mercado de voz, mas também o de tecnologia digital, acesso à internet, comunicação de dados e TV. Nestes novos mercados, novos equipamentos e sistemas são desenvolvidos e lançados rapidamente, de modo a aumentar o valor agregado aos serviços oferecidos. Pela velocidade da introdução de inovações, de criação e destruição de empresas, torna-se difícil traçar a configuração estrutural do setor. Um dos poucos estudos que tentam mapear tal configuração é o desenvolvido pelo Telecomvisions³⁷, e cujo principal colaborador é Fransman (2002).

A velha indústria de telecomunicações, ou o denominado modelo POTS, é apresentada de acordo com o Quadro 12. No modelo desenvolvido, a camada de equipamentos é responsável pela produção dos equipamentos de comunicação e outros necessários para a formação da rede de telecomunicações. Esta camada é o suporte da camada seguinte, que

³⁷ Telecomvisions é um grupo formado por consultores e analistas independentes oriundos da indústria e academia, especializados em diferentes aspectos das telecomunicações e da indústria eletroeletrônica. Mais informações em: www.telecomvisions.com.

permite a conexão entre o remetente e o receptor da comunicação. Por sua vez, a camada de serviços consiste na oferta de serviços tradicionais de voz, fax e 0800.

Camada 3	Serviços	Voz Fax Serviços Avançados: 0800, etc.
Camada 2	Rede	Rede de circuito comutado (<i>circuit switched systems</i>)
Camada 1	Equipamentos	Centrais de Comutação Sistemas de Transmissão

Quadro 12 – Modelo de Camadas de Fransman para a Velha Indústria de Telecomunicações
Fonte: FRANSMAN, 2002.

A nova indústria e a tendência de convergência de serviços de telecomunicações podem ser observadas no Quadro 13. O novo modelo de camadas destaca a importância da tecnologia de internet baseada no padrão TCP/IP, inclusive para a questão da convergência.

Camadas	Atividades	Exemplo
VI	Clientes	
V	Aplicação, incluindo empacotamento de conteúdo. Exemplo: <i>web design</i> , serviços de informação <i>on-line</i> , serviços de difusão, etc.	Bloomberg, Reuters, UOL, MSN, Newscorp, entre outros.
IV	Navegação & <i>Middleware</i> . Exemplos: browsers, portais, mecanismo de busca, <i>directory assistance</i> , segurança, pagamento eletrônico, entre outros	Yahoo!, Google, Netscape, entre outros.
III	Conectividade. Exemplo: acesso a internet, hospedagem <i>web</i> .	AOL, UOL, Terra, entre outros.
Interface IP		
II	Rede. Exemplo: rede de fibra óptica, acesso via rádio, acesso ADSL, Ethernet, RDSI, ATM, entre outros.	AT&T, BT, NTT, Telefônica, Quest, Colt, Energis, entre outras.
I	Equipamento & <i>Software</i> . Exemplo: aparelhos telefônicos, computadores, equipamentos de transmissão, centrais, roteadores, servidores, CPE, <i>softwares</i> básicos, etc.	Nortel, Lucent, Cisco, Nokia, Ericsson, Siemens, etc.

Quadro 13 – Modelo de Camada de Fransman para a Nova Indústria de Telecomunicações
Fonte: FRANSMAN, 2002

Além das três camadas que mostram a composição do setor e que já estavam presentes no modelo anterior, isto é, fornecedores, operadores e consumidores, existem outras três camadas que ligam as operadoras e os clientes. A primeira faz referência aos serviços de conectividade, aqueles que permitem que o usuário se conecte à internet, os chamados

provedores. Outra camada faz alusão aos serviços relacionados à navegação, isto é, aqueles que permitem a utilização da internet, busca, realização de pagamentos eletrônicos, entre outros serviços.

E para finalizar, a camada de aplicações, serviços relacionados à criação e empacotamento de conteúdo e informações. O usuário pode se tornar cliente nos elos intermediários e não apenas no elo final da cadeia. É interessante notar que os elos 3, 4 e 5 são formados basicamente por empresas do segmento de Tecnologia da Informação, de maneira que os setores de telecomunicações e informática praticamente se fundem para o fornecimento dos serviços, originando o setor de “infocomunicações”.

3.8 - A nova Rede

A convergência das redes de telecomunicações ocorrerá tendo como base tecnológica as plataformas NGN (*Next Generation Networks*), cuja arquitetura é apresentada na Figura 35. No novo ambiente, o transporte de informações utiliza uma só estrutura de *backbone* e apenas um protocolo básico para a transmissão de informações na rede. A tendência neste modelo é que o transporte das informações se dará em um ambiente totalmente digital. A internet está criando uma plataforma global, responsável por sustentar “a mobilidade sem limites e um mercado eletrônico que já provoca profundos impactos industriais, em atividades privadas e sociais (...) esta infra-estrutura possibilitará uma verdadeira centralização da mobilidade de usuários” (SANCHEZ; BERNAL FILHO, 2004, p.2). Todas as empresas devem desenvolver um modelo a ser adotado no futuro e a tecnologia NGN se coloca como um padrão possível.

A NGN traz a convergência de redes mediante os seguintes pré-requisitos: (a) rede de dados única para transportar os dados, utilizando primordialmente a rede IP com seus roteadores e protocolos IP; (b) *media gateways*, de modo a converter o serviço do usuário ao padrão da rede NGN; (c) *softswitch* ou *media gateway controller*, cuja função é controlar a conectividade entre os usuários; (d) servidores de aplicação com *softwares* e banco de dados para o fornecimento de serviços específicos; (e) protocolos de comunicação entre os diversos componentes.

Entretanto, é necessário garantir a qualidade dos serviços disponibilizados, principalmente para aplicações sensíveis a atraso, como ligações telefônicas e serviços de vídeo-conferência. O modelo demonstrado na figura ilustra o modo como a telefonia fixa, telefonia móvel, acesso à internet e demais serviços serão acoplados a um novo *backbone* através de *gateways* apropriados para a transmissão digital.

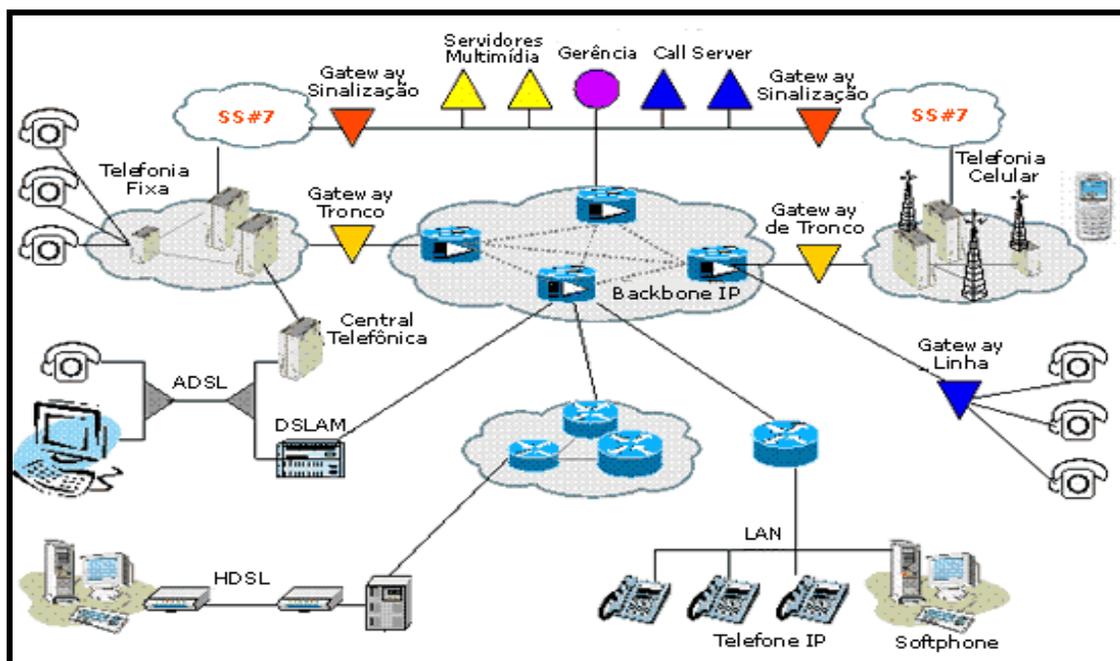


Figura 35 – Arquitetura NGN

Fonte: Teleco, 2007.

No modelo NGN, o desacoplamento de serviços e transporte é um ponto de suma importância. Tal ação garante que ambos sejam ofertados e evoluam separadamente. A mobilidade geral a ser oferecida na rede e a responsável pelo surgimento de novos produtos e serviços implica a existência de uma identidade única para cada usuário, independente das diferentes tecnologias ou operadoras.

A oferta de serviços no novo modelo de rede deve estimular a criação de um ambiente competitivo, com a disponibilidade de uma diversidade de serviços com rapidez, além, obviamente, do oferecimento de serviços que combinem voz e dados. Ao permitir a convergência de praticamente todos os serviços, a tecnologia NGN pode ser vista como uma forma de reduzir os custos de operação da infra-estrutura já existente. O efeito da convergência sobre os usuários, porém, poderá ter um caráter mais prático do que tecnológico, uma vez que perceberão a disponibilidade de um conjunto de serviços integrados, de fácil acesso e a preços reduzidos, isto é, nas palavras de Colcher (et all, 2005, p. 260), “cada usuário poderá lidar com um provedor único (...), mover-se com seus equipamentos ou dispositivos para qualquer lugar e ainda assim utilizá-los normalmente, recebendo, ao final do mês, apenas uma única cobrança”.

Entretanto, como toda inovação, a NGN também nasce cercada de incertezas, já que cada fornecedor de equipamentos pode ter uma NGN diferente, sobretudo em termos de protocolos adotados. Além disso, a adoção deste serviço passa pelo cálculo de rentabilidade da empresa, que leva em conta diversos aspectos, como o marco regulatório para o setor de telecomunicações, a concentração de renda que pode prejudicar a demanda pelos novos serviços e a distribuição geográfica dos usuários que influi na montagem da estrutura física da rede.

3.9 - Síntese Conclusiva

A trajetória tecnológica do setor de telecomunicações é amplamente relacionada com a evolução do setor de informática. Somente após o desenvolvimento deste último é que foi possível a criação de novos protocolos de transporte que levaram ao crescimento das redes de telefonia. A digitalização das redes foi um passo importante para a diminuição dos custos e, conseqüentemente, a disseminação dos serviços, como exhibe o Quadro 14.

Enquanto as transmissões não se tornaram totalmente digitais, os serviços oferecidos se limitavam ao básico, ou seja, voz e totalmente dependente da infra-estrutura de cobertura. Com o processo de digitalização e a criação da ISDN, a variedade de serviços aumenta, principalmente com o desenvolvimento de acesso à internet via cabo, DSL/ADSL, embora ainda persista um grande dilema nesta nova rede: a convivência de dois sistemas de transporte, o de circuitos para voz/telefonia e o de pacotes para transmissão de dados, especialmente.

Antigo Sistema Telefonia Fixa	Rede Digital de Serviços Integrados (ISDN)	NGN (Convergência)
Vantagens		
Apenas o controle e gerência da central de comutação eram digitais;	Variedade de serviços oferecidos;	Ambiente totalmente digital;
Serviços de Voz;	Digitalização da rede, incluindo linha do assinante;	Convergência de serviços: voz, dados e imagem;
Serviços de Fax;	Desenvolvimento tecnologia DSL/ADSL;	Novos produtos/serviços integrados;
Serviços Especiais, como 0800;	Maiores taxas de envio de dados/acesso a internet;	Redução de custos de operação da infra-estrutura já existente;
Problemas		
Limitação dos serviços oferecidos;	Problema: ainda existem dois sistemas de transporte distintos, o de circuitos para telefonia e de pacote para dados;	Protocolos de transporte diferenciados para cada empresa levam a redes NGN diferentes;
Necessidade de ampliação de infra-estrutura física para ampliar área de cobertura;		A adoção ainda passa pelo cálculo de rentabilidade por parte da empresa;

Quadro 14 – Vantagens e Desvantagens dos Modelos de Telefonia Fixa

Fonte: Elaboração própria.

A formação da nova rede, cujo modelo NGN atualmente se coloca como dominante, traz a convergência total de serviços de voz, de dados e de imagem, em um ambiente totalmente digital, favorecendo a oferta de uma nova gama de produtos e serviços.

Neste cenário, a criação e padronização de protocolos de acesso e transporte, principalmente do TCP/IP, foram os responsáveis pelo movimento de convergência dos últimos anos e pela indicação de que a NGN seja realmente a próxima rede. Não apenas convergência, mas também a completa digitalização das redes, que permitirá a redução de custos para as empresas e a criação de novos serviços.

A evolução da informática foi importante não somente para o segmento de telefonia fixa, mas também para o segmento de telefonia móvel e comunicação de dados, ao possibilitar a criação de formas mais viáveis de comunicação sem fio, através da compactação de dados e a melhor utilização dos canais de frequência para o envio das informações, como pode ser observado no Quadro 15.

As vantagens de cada padrão evoluem por meio dos novos tipos de serviços oferecidos, isto é, o principal serviço oferecido no padrão 1G era simplesmente o de voz. Ao longo do tempo, serviços de envio de mensagens, melhoria de cobertura, conexão à internet foram obtidos, até atingir as promessas do padrão 3G, como padrão global de *roaming*, altas taxas de transmissão e novos serviços convergentes.

1G	2G	2.5G	3G
VANTAGENS			
Principal serviço: voz	Novos serviços: SMS, Conferência, Identificador de Chamadas	Envio de dados	Padrão Global de <i>Roaming</i>
	Melhoria de infra-estrutura	Maiores taxas de envio	Altas taxas de transmissão
	Conexão a internet	Acesso a internet	Novos serviços convergentes
DESVANTAGENS			
Serviços limitados	Falha de segurança: clonagem de celulares	Taxas de envio ainda baixas	Baixa renda da maior parte da população
Custo, de aparelho e tarifas elevados	Problemas com cobertura (<i>roaming</i> e <i>handover</i>)	Custo dos serviços	Necessidade de investimento das operadoras para montar infra-estrutura

Quadro 15 – Principais Vantagens e Desvantagens dos Padrões Tecnológicos de Telefonia Celular

Fonte: Elaboração própria.

As desvantagens também acompanham a evolução dos padrões de tecnologia celular móvel, partindo dos problemas de serviços limitados e custos elevados de aparelhos no padrão

1G até o questionamento sobre a relação padrão de renda da população/custo de serviços no padrão 3G, passando logicamente pelos problemas de falha de segurança, clonagem de aparelhos e problemas de cobertura.

É importante ressaltar, também, que a Nova Indústria de Telecomunicações, representada pelo novo modelo de sete camadas de Fransman, em que as três últimas simbolizam a convergência de serviços e o novo segmento de infocomunicações, está associada a um processo concorrencial, obtido mediante as políticas de liberalização, ao contrário do modelo da Velha Indústria de Telecomunicações, fundada basicamente no monopólio estatal, garantindo uma relação vertical e exclusiva entre fornecedores e operadoras.

CAPÍTULO 4 – A TECNOLOGIA VoIP

4.1 – Introdução

Durante as últimas décadas, uma das mais importantes fontes de receitas das grandes operadoras de telecomunicações, principalmente no Brasil, era o serviço de voz. Entretanto, o avanço da informática e a disseminação da internet trouxeram novas aplicações que revolucionaram o mercado de telefonia: a utilização da internet não apenas para transporte de dados, mas também de voz, a tecnologia VoIP. Apesar da resistência inicial, os *players* deste mercado foram obrigados a não apenas se adaptar, mas a se reestruturar para oferecer novos serviços e atender novas demandas.

Para compreender a evolução desta tecnologia, suas principais características e o posicionamento das operadoras de telecomunicações frente ao seu crescimento, este capítulo se divide em oito seções, além desta introdução. Na seção 4.2, apresentam-se os limites e problemas associados à rede de telefonia tradicional e o desenvolvimento do padrão TCP/IP. A seção 4.3 destaca a concepção da tecnologia VoIP e os diversos tipos de utilização. Por sua vez, a seção 4.4 traz os protocolos utilizados pelo VoIP, enquanto na seção 4.5 têm-se os requisitos para a manutenção da qualidade do serviço. Os aspectos regulatórios são exibidos na seção 4.6. A seção 4.7 traz os limites da tecnologia VoIP. Já a seção 4.8 contém dados sobre o mercado, com dados sobre assinantes do serviço e previsão de crescimento. A seção 4.9 contém análise histórica a respeito do posicionamento das operadoras de telecomunicações acerca de vários aspectos relacionados a convergência tecnológica, entre eles o VoIP. Por fim, a seção 4.10 com a síntese conclusiva.

4.2 – Limites da rede de telefonia convencional e o desenvolvimento do TCP/IP

Os sistemas tradicionais de transporte de tráfego telefônico possuem uma limitação importante, sua inadequação para a transmissão de dados. A comunicação de dados cresceu acompanhando o ritmo de desenvolvimento da internet, superando, em alguns momentos, o volume de tráfego tradicional de voz (PROMON, 2006). A rede de telefonia comutada pública apresenta pontos fortes, como padronização estabelecida, transparência na interoperabilidade entre grande parte de *hardware* e *software*, capilaridade, estabilidade e tecnologia distintiva, a comutação de circuitos, não originalmente desenvolvidos para o

transporte de dados. O tráfego de voz pode ser considerado mais previsível e estável, com duração média de 3 a 4 minutos (PROMON, 2006), enquanto o tráfego de dados é mais imprevisível, não constante e com duração média superior.

Na comutação por circuitos, existe uma reserva de largura de banda pela duração de uma chamada telefônica (64 kb/s). Tal fato permite um bom grau de qualidade para as ligações telefônicas, mas implica também desperdício de recursos de rede, uma vez que a mesma fica reservada durante toda a extensão da chamada. A utilização de uma rede de transmissão de dados em pacotes otimiza a utilização da largura de banda disponível (processo de multiplexação), sem comprometer o transporte de voz, através de pacotes de dados.

Outra limitação da rede de voz convencional é quanto a sua arquitetura fechada, isto é, suas funcionalidades estão reunidas nas centrais telefônicas e a realização de *upgrades* de funcionalidades e novos serviços se tornam um processo caro, demorado e complicado, em função inclusive da natureza proprietária das centrais de comutação (PROMON, 2006). O desenvolvimento de um novo sistema de sinalização, conhecido como SS7 (Sistema de Sinalização 7), embora disponibilizando novos serviços, como números 0800 e telefonia fixa pré-paga, não foi capaz de superar todas as limitações do STFC.

Com a evolução dos processadores digitais de sinal, de chips especializados e algoritmos para priorização seletiva de tráfego, uma nova arquitetura de rede se formou baseada em infra-estrutura voltada para a comutação de dados, com base em TCP/IP. Neste modelo, as grandes funcionalidades estão bem delimitadas e interagem entre si de forma otimizada, tornando tal arquitetura mais flexível e menos hierarquizada do que o modelo tradicional, favorecendo também o desenvolvimento de novas funcionalidades.

Nesta nova arquitetura, grandes mudanças começam a se formar, e uma delas se refere às funcionalidades de transporte das informações. Surge o ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), isto é, “uma plataforma de comutação de dados em alta velocidade e como suporte a classes de serviço nas redes de dados de longa distância” (PROMON, 2006, p.6). O ATM é orientado para conexão e suporta diferentes tipos de tráfegos e efetua as tarefas de transporte com eficácia e confiabilidade.

Porém, um grande obstáculo se coloca à frente da difusão do ATM, o elevado custo de operação, manutenção e *upgrades* destas redes, incluindo as complexidades envolvidas de configuração de novas topologias lógicas em ATM com redes TCP/IP.

Para contornar a situação, foi criado o MPLS (*Multi Protocol Label Switching*), que consiste em um conjunto de protocolos com o objetivo de garantir ao TCP/IP funcionalidades

eficientes de engenharia de tráfego, necessários, já que o TCP/IP é originalmente inábil em priorizar tipos diferentes de tráfego.

Apesar desta limitação primária, o TCP/IP se tornou padrão na indústria por oferecer comunicação em ambientes heterogêneos, como, por exemplo, em máquinas UNIX, máquinas Windows, máquinas MAC, minicomputadores e *mainframes*. Atualmente, o TCP/IP faz referência a um grupo de protocolos utilizados na internet e especifica como computadores se comunicam ao mesmo tempo em que fornece as convenções para a conexão e rota no tráfego da internet por meio de conexões estabelecidas por roteadores (RIBEIRO NETO, 2005).

Embora sempre considerado um protocolo “pesado”, no sentido de exigir memória e *hardware* elevados para ser utilizado, o desenvolvimento de interfaces gráficas, a evolução dos processadores e o melhoramento do desempenho tornaram o TCP/IP indispensável. Entre os benefícios oferecidos por este protocolo, Ribeiro Neto (2005) identifica os seguintes: (a) Padrão: é um protocolo roteável que é o mais completo e aceito disponível no momento. Todos os sistemas operacionais modernos oferecem o suporte para o TCP/IP e a maioria das grandes redes se baseia em TCP/IP para a maior parte de seu tráfego; (b) Tecnologia para conectar sistemas não similares; (c) Permite e habilita as tecnologias mais antigas e as novas se conectarem à internet; (d) Protocolo robusto, multiplataforma, com estrutura para ser utilizada em sistemas operacionais cliente/servidor, possibilitando a utilização de aplicações desse porte entre dois pontos distantes.

Os padrões da Arquitetura TCP/IP não são elaborados por órgãos internacionais de padronização, mas sim por um corpo técnico que coordena o desenvolvimento dos protocolos, chamado de IAB (*Internet Activity Board*). De acordo com Colcher et al (2005), para que um protocolo se torne um padrão internet, é necessário descrevê-lo através de uma RFC (*Request for Comments*). As RFCs serão analisadas, comentadas e novas versões serão elaboradas. Somente quando um protocolo se torna estável, um dos membros do Comitê propõe que ele se torne um padrão e, após seis meses sem nenhuma objeção, o protocolo se torna um *Internet Standard*.

A arquitetura TCP/IP dá grande ênfase à interligação de diferentes tecnologias de redes, formando assim uma inter-rede. Para interligar duas redes distintas, é preciso uma máquina que esteja conectada à ambas as redes que se queira interligar. Tal máquina é chamada de roteador (*gateway*). Para rotear as informações de maneira correta, os roteadores precisam de informações sobre a topologia da inter-rede. As diversas redes que compõem a inter-rede são chamadas de sub-redes. Ligados às sub-redes temos suas estações e os roteadores.

A arquitetura TCP/IP é organizada, segundo Colcher et al (2005), então em quatro camadas: Aplicação, Transporte, Inter-Rede e Sub-Rede, ao contrário do Modelo OSI que possui sete camadas. Na camada de Aplicação, os usuários utilizam programas de aplicação para acessar os serviços disponíveis na inter-rede, de modo que interagem com a camada de transporte para enviar e receber dados (COLCHER et all, 2005). O envio de dados pode ser de dois tipos: o serviço orientado à conexão com confiabilidade fornecido pelo TCP ou o serviço não orientado à conexão e sem confiabilidade fornecido pelo UDP.

O nível de transporte tem como função garantir a comunicação entre as aplicações. Utilizando o protocolo TCP, os seguintes serviços são oferecidos: controle de erro, controle de fluxo, seqüenciação e multiplexação do acesso ao nível inter-rede. O UDP é um serviço mais simples e não oferece funções como controle de erros e seqüenciação.

Por sua vez, o nível inter-rede se responsabiliza por encaminhar os dados através da inter-rede para a máquina de destino. Ao solicitar uma transmissão, o nível de transporte informa o endereço da entrega. O pacote é encapsulado em um pacote (datagrama) IP. O algoritmo de encaminhamento indica se o pacote pode ser entregue diretamente (máquina na mesma sub-rede) ou se deverá ser repassado para um roteador. A camada de sub-rede também é responsável por processar os pacotes recebidos, de modo que o algoritmo de encaminhamento indica se o mesmo deve ser repassado à camada de transporte local ou reencaminhado para outra sub-rede.

A camada de sub-rede não é alvo de padronização, uma vez que a arquitetura não faz nenhuma restrição às redes que podem ser interligadas para formar a inter-rede. É necessário apenas que se desenvolva uma interface que se compatibilize com o protocolo IP.

Resumindo, as características, vistas no Quadro 16, associadas ao padrão TCP/IP no desenvolvimento da internet permitirão a configuração de uma rede de telecomunicações capaz de fornecer melhores serviços aos consumidores. O TCP/IP, ao oferecer uma arquitetura mais flexível, atende às necessidades atuais, de um sistema capaz de integrar diversos serviços.

Os serviços relacionados à interconexão de sub-redes diferentes na Arquitetura TCP/IP são realizados exclusivamente pelo protocolo IP. E é justamente esta inflexibilidade frente a outras arquiteturas, como o OSI, conforme Colcher et al (2005), uma das razões do sucesso do padrão TCP/IP. Os protocolos da Arquitetura TCP/IP ofereceram uma solução simples e bastante funcional para o problema da interconexão, sendo a primeira opção de soluções não proprietária.

Características	Rede Telecomunicações Tradicional	Rede Telecomunicações VoIP (Banda Larga)
Transporte	Transporte de Voz	Transporte de Voz e Dados
Comutação	Comutação de circuitos	Comutação de pacotes
Prioridade	Reserva de largura de banda	Não há reserva de largura de banda
Arquitetura	Arquitetura fechada	Arquitetura mais flexível
Condições de Tráfego	Tráfego de voz: previsível e estável	Tráfego de dados: imprevisível e não constante
Padrões	Elaborados por Órgãos Internacionais	Padrão TCP/IP é elaborado por um corpo técnico – IAB

Quadro 16 – Principais Características da Rede de Telecomunicações Tradicional e da Rede de Telecomunicações VoIP Sobre Banda Larga

Fonte: Elaboração Própria.

No protocolo IP, os endereços são números com 32 bits, geralmente escritos como quatro octetos (em decimal) separados por pontos, seguindo um esquema de endereçamento hierárquico, onde cada parte corresponde aos vários níveis da hierarquia de sub-redes que compõem a rede como um todo, do mesmo modo utilizado no endereçamento do sistema telefônico.

Cada endereço está associado a uma interface da estação com uma sub-rede. Cada endereço é formado por um prefixo, chamado de *Net-Id*, que identifica a sub-rede, e um sufixo, denominado de *Host-Id*, que identifica a interface da estação com aquela sub-rede. É assim que o protocolo IP resolve o problema de comunicação entre sub-redes diferentes, criando um novo nível de endereçamento próprio da camada inter-rede, onde cada estação recebe um endereço IP, totalmente independente dos endereços existentes nas camadas inferiores.

4.3 – O surgimento do VoIP

Entre as novidades, a que tem causado maior repercussão é a tecnologia VoIP (Voz sobre protocolo de internet), devido a suas promessas de impacto futuro para as operadoras de telefonia fixa. O conceito de VoIP nasceu em meados da década de 1990, com o lançamento do primeiro *software* comercial, o *Internet Phone* da VocalTec Communications, que permitia a troca de pacotes IP transportando amostra de voz entre computadores pessoais (COLCHER et al, 2005). O problema mais associado a este modelo de comunicação ainda era a qualidade do sinal de voz transmitido. Após seu surgimento como prova de conceito, foi gradualmente tornando-se uma tecnologia madura para difusão no mercado.

A partir de 1998, ocorrem os primeiros testes-piloto em empresas americanas, sendo a tecnologia ajustada propiciando o surgimento de novas aplicações. Após dez anos de testes, a utilização de tal tecnologia passa por um processo de difusão exponencial. De acordo com Oliveira e Loural (2005, p.2), embora ainda existam problemas com a utilização da tecnologia (localização de chamadas, confiabilidade, segurança, interoperabilidade, entre outros), sua taxa de adesão e seu potencial de expansão fizeram da VoIP a grande vedete tecnológica atual.

VoIP é a comunicação de Voz sobre redes IP e consiste no uso das redes de dados que utilizam o conjunto de protocolos das redes IP (TCP, UDP, IP) para a transmissão de sinais de voz em tempo real na forma de pacote de dados (TELECO, 2007). Essas redes podem ser de dois tipos:

(1) Públicas, onde a internet representa a rede IP pública usada para comunicações VoIP. Para fazer uso, o usuário deve ter preferencialmente um acesso de banda larga (ADSL, cabo, rádio, Wi-max, etc);

(2) Privadas, onde as redes corporativas das empresas representam as redes privadas usadas para comunicações VoIP. Podem ser desde redes locais (LAN) até grandes redes corporativas (WAN) de empresas presentes globalmente.

Existem diversos tipos de VoIP, a saber: computador a computador, computador a telefone comum, telefone IP a telefone comum, adaptador ATA a telefone comum, telefone IP a telefone IP e o sistema básico.

O mais comum é a comunicação computador a computador usando a internet e alguns *softwares* específicos (conhecido como *SoftPhones*), como *MSN Messenger*, *Yahoo! Messenger* e *Skype*. O *Skype*, com 100 milhões de usuários cadastrados (MENDONÇA, 2006), é o programa mais utilizado para este fim. As vantagens atribuídas a este modelo se referem ao custo zero para realizar as chamadas entre computadores, embora neste modelo não seja possível realizar ligações para telefones convencionais. A Figura 36 abaixo mostra o esquema de funcionamento de tal processo.

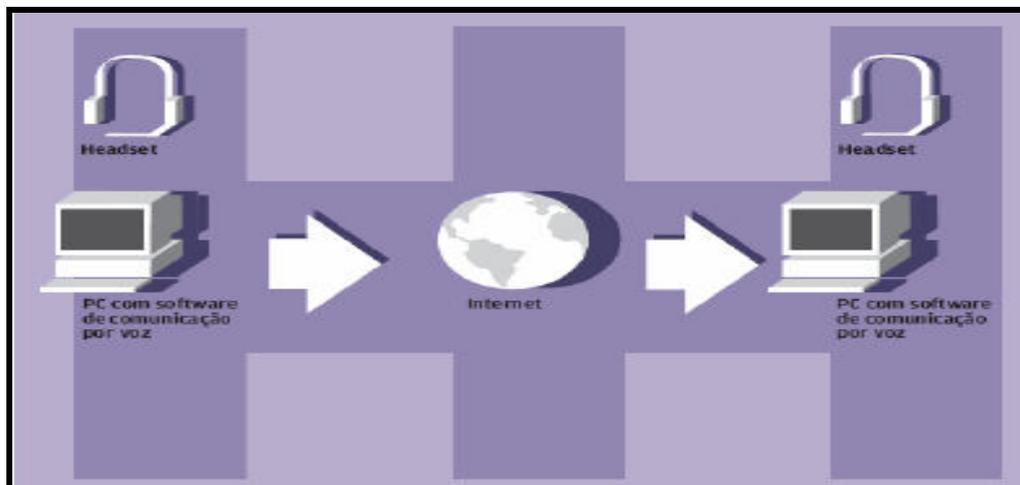


Figura 36 – Esquema de Funcionamento de VoIP – Computador a Computador

Fonte: Correia, 2005.

A realização de chamadas do computador para telefones convencionais depende de *softwares* fornecidos por um provedor de serviço VoIP, que permitirá a interligação com a rede de telefonia convencional, como demonstra a Figura 37.

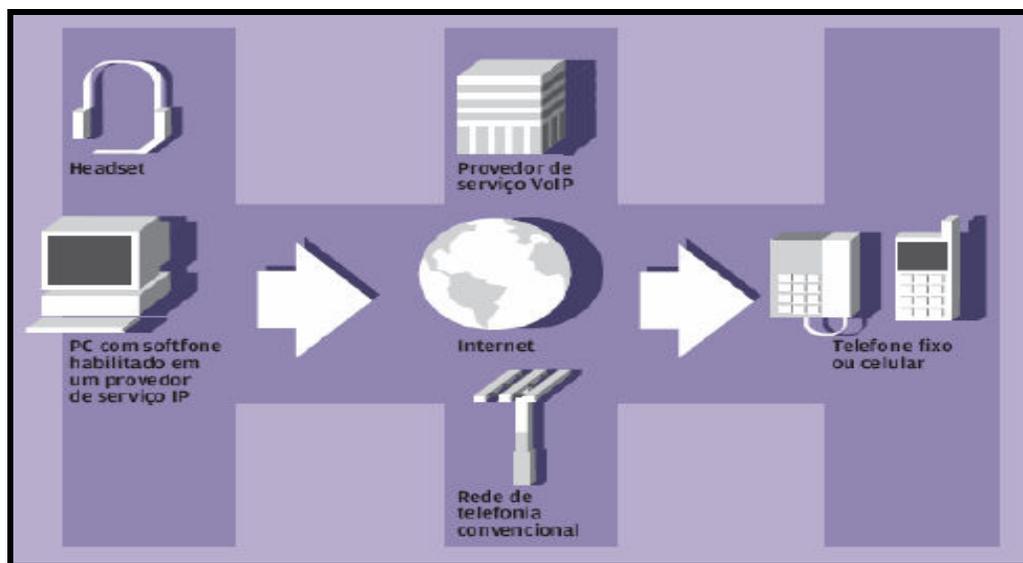


Figura 37 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Computador a Telefone Comum

Fonte: Correia, 2005.

A principal vantagem associada a este tipo de VoIP é a redução de tarifas que, embora variem de acordo com a localidade de destino, se encontram bem abaixo das tarifas cobradas pelas operadoras de longa distância no modelo tradicional. A desvantagem se encontra no fato

de que nem todos os provedores possibilitam que o usuário receba via computador chamadas realizadas da rede de telefonia convencional.

A evolução natural do VoIP levou a sua aplicação para estabelecer chamadas telefônicas com a rede de telefonia pública (fixa e celular), que é chamada de telefonia IP. A telefonia IP, segundo Mauricio (2007), consiste no planejamento do uso da tecnologia de transmissão de voz (ligações telefônicas), com implantação de PABX IP, plano de discagem e gerenciamento de chamadas, de modo a permitir a integração de duas ou mais centrais telefônicas através da internet, sem a intermediação das operadoras de telefonia de longa distância. Nessas redes são implementados protocolos adicionais de sinalização de chamadas e transporte de voz que possibilitam a comunicação com qualidade próxima àquela fornecida pelas redes convencionais dos sistemas públicos de telefonia comutada ou de telefonia móvel. (TELECO, 2007).

O terceiro tipo de VoIP se refere às ligações realizadas entre aparelhos de telefonia IP para aparelhos convencionais. Para realizar este tipo de ligação, é necessário adquirir um aparelho de telefone IP e um roteador ou modem de banda larga conjuntamente com a assinatura de um provedor de serviço VoIP, como demonstrado na Figura 38.

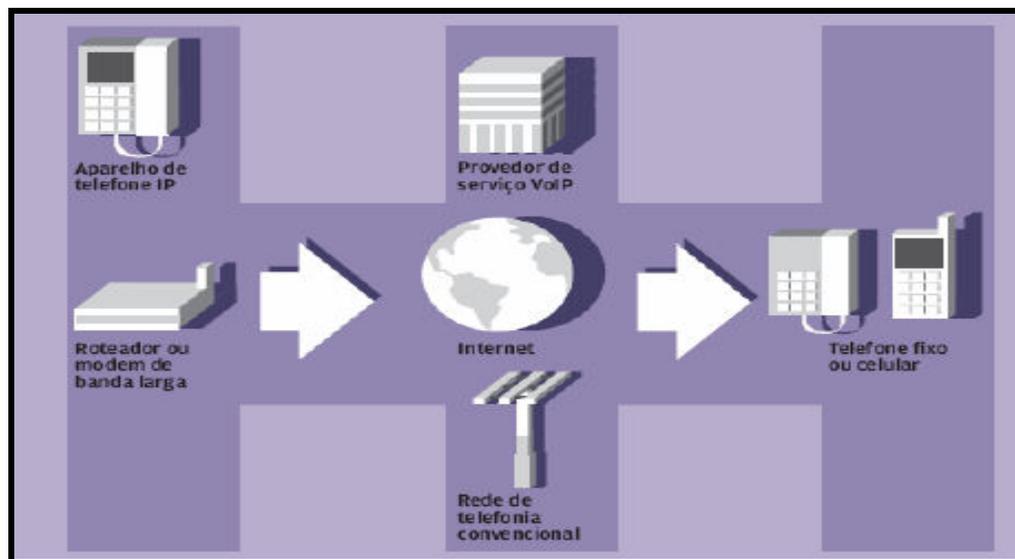


Figura 38 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Telefone IP a Telefone Comum

Fonte: Correia, 2005.

As vantagens obtidas com este tipo de telefonia também podem ser associadas às baixas tarifas obtidas em comparação com as cobradas pelas operadoras de telefonia convencional. As desvantagens dizem respeito à necessidade de conexão banda larga, ao fato

de nem todos os provedores permitirem o recebimento de chamadas efetuadas pela rede convencional e o preço dos aparelhos de telefonia IP.

Caso o usuário não queira adquirir um aparelho de telefone IP, é possível simplesmente adquirir um adaptador do tipo ATA, que juntamente com o roteador ou modem de banda larga e o provedor de serviço VoIP possibilitam a realização de chamadas mediante o uso de um telefone comum, de acordo com Figura 39. Entre as vantagens, podemos citar as tarifas reduzidas, a facilidade de uso, a não dependência do computador e a possibilidade das ligações entre usuários do mesmo provedor serem gratuitas. Entretanto, este serviço ainda exige a conexão banda larga e nem todos os provedores permitem o recebimento de chamadas realizadas da rede de telefonia convencional.

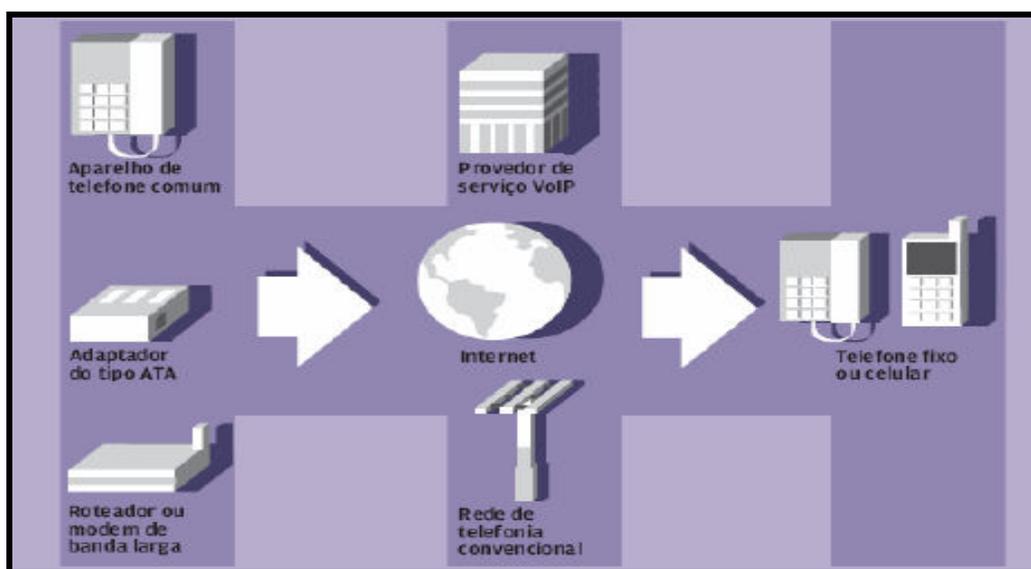


Figura 39 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Adaptador ATA a Telefone Comum
Fonte: Correia, 2005.

Por sua vez, a comunicação de telefone IP para telefone IP requer apenas um aparelho de telefonia IP e um roteador ou modem de banda larga, como destaca a Figura 40. Neste modelo, embora o custo da ligação seja nulo, não é possível realizar chamadas para a rede de telefonia convencional e, em alguns casos, somente é possível realizar chamadas entre clientes do mesmo serviço ou até mesmo entre aparelhos do mesmo fabricante.

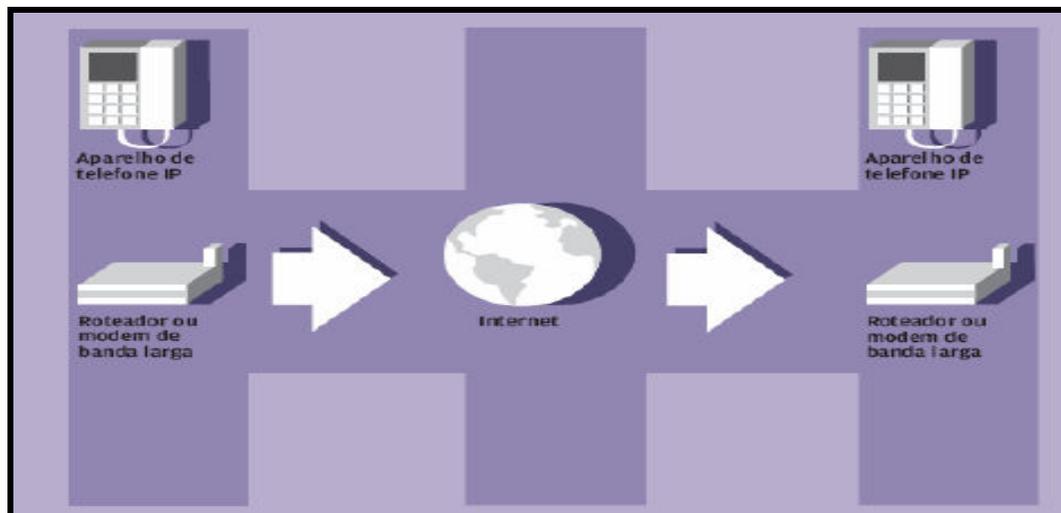


Figura 40 – Esquema de Funcionamento do VoIP – Telefone IP a Telefone IP

Fonte: Correia, 2005.

Os serviços VoIP, da mesma forma que a internet, são nômades, ou seja, não importa qual a localização física do prestador de serviço VoIP ou do usuário para que o serviço seja utilizado. O número telefônico, contudo, não é nômade e está associado à área local do número contratado. As diferenças em relação à telefonia convencional podem ser analisadas pelo Quadro 17 abaixo. A telefonia IP se origina em um momento em que a questão da mobilidade está em alta, e a possibilidade de acessar o “telefone fixo” de qualquer localidade, aliada aos baixos custos, se torna uma atraente opção para os usuários que já possuem acesso banda larga para internet.

Características	Telefonia Convencional	Telefonia VoIP
Conexão na casa do cliente	Cabo de cobre	Banda larga de internet
Falta de Energia Elétrica	Continua funcional	Para de funcionar
Mobilidade	Limitada a casa do cliente	Acesso em qualquer lugar do mundo, desde que conectado a internet
Número telefônico	Associado ao domicílio do cliente	Associado a área local do número contratado
Chamadas locais	Área local do domicílio do cliente	Área local do número contratado

Quadro 17 – Características Telefonia Convencional x Telefonia VoIP no Brasil

Fonte: Teleco, 2007

No Brasil, o serviço telefônico convencional é chamado de serviço telefônico fixo comutado (STFC), sendo explorado por empresas ditas concessionárias que possuem obrigações e metas por explorarem o serviço em regime público. Neste modelo, baseado no

degrau tarifário, as fontes de receita são: serviço de telefonia pública, uso da rede por outras operadoras, ligações a distância internacional, longa distância nacional, ligações locais, habilitação do serviço, assinatura do serviço e comunicação de dados. O degrau tarifário existe em função das diferenças existentes entre os custos de ser realizar ligações de longa distância nacional (LDN) e longa distância internacional (LDI). Essa diferença se deve ao fato do STFC ser hierárquico, o que leva a necessidade de uma infra-estrutura maior para atender aos dois tipos de ligações e, conseqüentemente, implica maiores custos de provimento.

Na telefonia IP, a rede não é hierárquica e os terminais são inteligentes, de forma que o endereçamento não depende de localização geográfica, e o processamento e a realização das chamadas ocorrem em vários equipamentos que podem estar localizados em qualquer parte da rede, como mostra a Figura 41. A Rede IP corresponde à rede de dados que utiliza os protocolos TCP/IP e cuja função é transportar e rotear os pacotes de dados entre os diversos elementos conectados à rede (BERNAL FILHO, 2003). O STFC é o sistema público convencional (fixo e móvel) de comunicação de voz, responsável por interligar empresas e residências em âmbito nacional e internacional. Para o uso corporativo, é necessário um aparelho de PABX, cuja função é se interligar ao STFC para realizar as comunicações externas. Para o uso residencial utiliza-se um aparelho telefônico convencional.

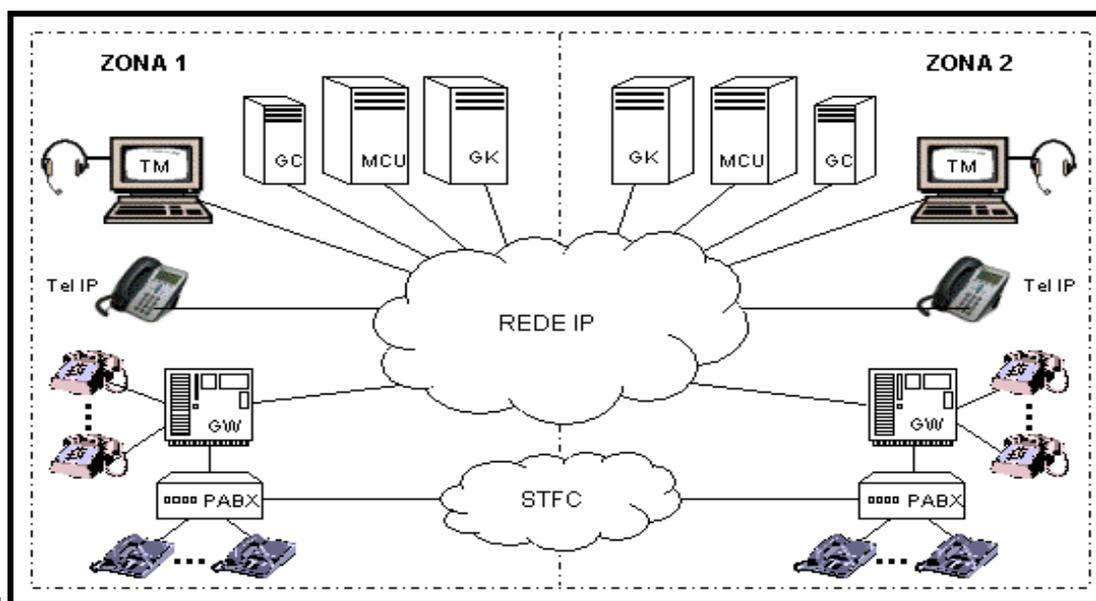


Figura 41 - Arquitetura de Rede para Telefonia IP

Fonte: Teleco, 2007.

O aparelho convencional deve estar acompanhado do GW (*Gateway*), equipamento responsável pela interoperabilidade entre a rede IP e o STFC, na medida em que executa a conversão de mídia em tempo real (voz analógica x voz digital comprimida) e a conversão de

sinalização para as chamadas telefônicas. Existe também a possibilidade de adquirir o aparelho telefônico IP, isto é, o telefone já preparado para a comunicação de voz em redes IP.

Outro componente da rede é o TM (Terminal Multimídia) ou simplesmente o computador já preparado para a comunicação de voz em rede IP. O *Gateway controller* (GC) é o equipamento responsável pelo controle das chamadas em andamento realizadas pelos GW. Por sua vez, o MCU (*Multipoint Control Unit*) é o equipamento responsável pelos serviços de conferência entre três ou mais terminais. O *Gatekeeper* (GK) é o equipamento responsável pelo gerenciamento de um conjunto de equipamentos dedicados à telefonia IP, como o telefone IP, TM, GW, GC e MCU. E, por fim, a zona faz referência a um conjunto de terminais, GWs e MCUs gerenciados por um único GK. Em comparação com a telefonia convencional, uma zona corresponde a uma área com um determinado código de localidade (cidade ou conjunto de cidades).

4.4 – Protocolos da rede VoIP

Com relação aos protocolos utilizados pela tecnologia VoIP, se destacam os Protocolos IP e TCP/UDP. Estes protocolos se subdividem em três componentes para garantir o funcionamento do sistema: sinalização, controle de *gateway* e mídia (voz), conforme Figura 42. Quanto aos protocolos de sinalização, responsáveis pelo controle de chamadas, existem dois modelos. O primeiro é conhecido como H.323 *Packet Based Multimedia Communications Systems* e é utilizado em telefones IP, computadores, adaptadores IP, controladores de sinalização e gateways para estabelecimento, controle e término de chamadas (TELECO, 2007). Este é um protocolo mais antigo e que tem sido substituído pelo SIP (*Session Initiation Protocol*) que possui a mesma finalidade do primeiro, entretanto, é mais moderno e menos complexo.

Para os protocolos de controle de *gateway* (sinalização), também existiam duas possibilidades. A primeira é o MGCP (*Media Gateway Control Protocol - IETF*), utilizado pelos controladores de *gateways* e *gateways* para estabelecimento, controle e término das chamadas. O segundo é conhecido como MEGACO (*Media Gateway Control Protocol – IETF/ITU-T*) e possui a mesma utilidade do primeiro. Todavia, este foi produzido para se tornar uma alternativa ao MGCP, adequando-se inclusive a controladores distribuídos de *gateways* (TELECO, 2007).

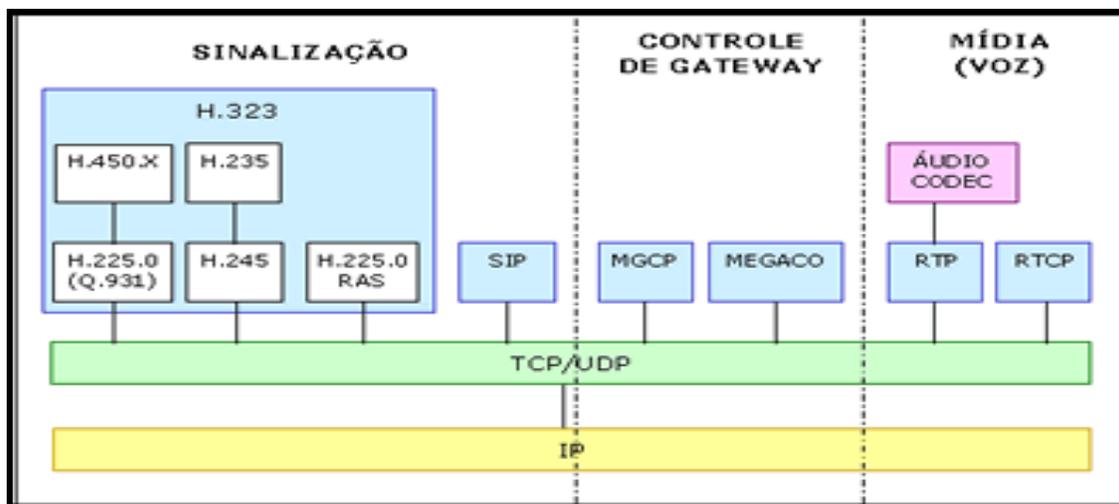


Figura 42 – Protocolos Utilizados na Telefonia VoIP

Fonte: Teleco, 2007

Entre os protocolos de mídia, tem-se o RTP (*Real Time Transport Protocol*), responsável pelo transporte de voz em tempo real entre os computadores e *gateways*, sendo o padrão mais utilizado atualmente. Há também o RTCP (*Real Time Transport Control Protocol*), protocolo responsável pelo controle do transporte de voz realizado pelo RTP no sistema VoIP. O componente *Áudio Codecs* é responsável pela conversão e compressão dos sinais de voz para uso no sistema VoIP.

É importante ressaltar que a qualidade de serviço em voz sobre dados é medida segundo alguns parâmetros, quais sejam: (a) *delay*, o atraso no envio de pacotes; (b) *jitter*, variação no atraso entre pacotes; (c) *loss*, taxa de perda de pacotes; e (d) a largura mínima de banda para cada “parte” da rede e forma de tráfego (PROMON, 2006).

4.5 – A qualidade do serviço

No que concerne à qualidade do serviço oferecido, a infra-estrutura tradicional, baseada na comutação de circuitos, foi desenvolvida para oferecer altos níveis de qualidade ou QoS. A QoS varia de serviço para serviço em função do tipo de aplicação a ser transmitida pela rede. Por exemplo, para o serviço de telefonia tradicional, são toleráveis pequenos níveis de ruídos de baixa intensidade espaçados ao longo da conversação. Contudo, entre transações bancárias, a sensibilidade ao erro é elevada, sendo necessário que a rede ofereça a QoS exigida (COLCHER et all, 2005).

Justamente os diferentes níveis de QoS exigidos por diferentes tipos de serviços levou ao desenvolvimento de sistemas de comunicação específicos para determinados tipos de

tráfego, por exemplo, uma rede de telefonia tradicional para o tráfego de voz, outra rede baseada em comutação de pacotes apenas para o tráfego de dados, e assim por diante.

A introdução do cenário de convergência, porém, requer uma única rede capaz de oferecer todos os tipos de tráfego com a qualidade de cada um preservada e com o menor desperdício dos recursos da rede. A rede de comutação por circuitos trabalha sempre fechando percursos inteiros (dedicados) na tentativa de atingir o melhor QoS, o que leva, no entanto, ao desperdício de recursos da rede. A rede de comutação por pacotes, o IP tradicional, entretanto, não possui um tráfego dedicado, o que pode, assim, ocasionar algum tipo de erro se a rede estiver congestionada. O IP tradicional não oferece nenhuma garantia sobre a qualidade dos dados a serem entregues e nem diferencia os fluxos de informação (voz, texto, vídeo, por exemplo).

A disseminação das fibras ópticas durante a década de 90 propiciou aumentos extraordinários nas taxas de transmissão, em conjunto com a queda do preço deste meio de transmissão em virtude da economia de escala em sua produção. O custo de se manter a QoS sofreu reduções com a disponibilidade de uma rede com capacidade de transmissão muito acima do tráfego a ela enviado.

A manutenção da qualidade do serviço depende do dimensionamento correto da rede e dos canais VoIP necessários para o volume de tráfego de voz a ser suportado. Outro fator fundamental é avaliar a capacidade da rede e a qualidade do link de banda larga, checando as características de atraso (*delay*), *jitter* (variação no tempo de chegada dos pacotes) e perda de pacotes.

4.6 – Regulação dos serviços de VoIP

Os serviços de VoIP não estão definidos de forma regulamentada no Brasil, uma vez que a regulamentação para serviços de voz imposta pela ANATEL não especifica a tecnologia a ser utilizada para a prestação do serviço. Entretanto, o nome dado pela Agência para a prestação de serviços telefônicos, STFC, sugere a utilização de serviços por comutação de circuitos.

Nos Estados Unidos, a principal discussão sobre a regulação do VoIP diz respeito à obrigação de pagamentos de taxas de interconexão por parte das empresas de Telefonia IP para as Operadoras, em decorrência da utilização das redes de telefonia tradicionais para completar as chamadas. A questão relevante é descobrir como tarifar a utilização da rede telefônica tradicional, na medida em que para se completar uma ligação Computador-

Telefone Comum, é preciso utilizar a rede tradicional. Justamente por não arcarem com os custos de instalação de infra-estrutura e com os custos de utilização da rede, os custos de ligação via VoIP são extremamente menores do que os oferecidos pelas operadoras tradicionais.

No Brasil, de acordo com Peixoto (2004), o VoIP não pode ser enquadrado como serviço de telecomunicações, mas sim como serviço de valor adicionado, uma vez que acrescenta utilidades à comunicação. No mesmo sentido, registram-se as palavras do ex-Presidente da ANATEL para o Terceiro Fórum Político Mundial de Telecomunicações:

(...) não se deve confundir os serviços internet, enquanto serviços de informação e, portanto de valor adicionado, com o serviço multimídia, que é um serviço de telecomunicações e que precisa na medida certa, sem exageros ou omissões, ter sua regulação formulada pelas Administrações dos países (PEIXOTO, 2004).

Um cenário possível é igualar o europeu e enquadrar os serviços de VoIP como serviços de telefonia tradicional. Contudo, segundo Colcher (et all, 2005) esse paradigma de regulação poderá ser alterado em razão dos novos modelos de comunicação impostos pela integração de serviços.

Para a ANATEL, a utilização deste tipo de tecnologia ainda não atingiu um patamar de influência e representatividade suficiente para exigir sua regulamentação. Embora sem regulamentação, o VoIP se depara com questões legais importantes. Atualmente, este tipo de serviço se enquadra como Serviços de Comunicação Multimídia (SCM), e possui restrições, tais como: o impedimento de uma instância de uso desse serviço iniciar e terminar simultaneamente chamadas telefônicas na rede telefônica pública.

Outra questão relevante é que a maioria dos chamados “provedores virtuais” não oferece aos usuários um número de retorno, ou seja, o serviço oferecido geralmente é utilizado para efetuar chamadas, mas não para recebê-las. As operadoras que quiserem oferecer um número de telefone para seus clientes devem pedir autorização para a Anatel para oferecerem serviços de telefonia convencional.

Entretanto, a questão vigente na pauta de discussões diz respeito à convergência de serviços oferecidos pelas operadoras. As mesmas seguem a tendência de oferecerem diversos serviços diferentes em uma mesma plataforma, ou seja, voz, internet e TV por assinatura em um mesmo pacote, de modo que haja também uma tendência de concentração entre as diversas empresas destes segmentos. Todavia, a “Lei do Cabo” de 1995 advoga que a exploração do serviço de TV a Cabo deve ser feita por empresas com sede no Brasil e com

pelo menos 51% do capital social pertencente a brasileiros. Tal Lei é criticada pelas operadoras na medida em que não podem controlar as empresas que prestam serviços de TV.

4.7 – Limites da Tecnologia VoIP

Embora a crescente utilização da tecnologia VoIP, seja no mercado corporativo, seja no mercado residencial, os limites impostos à tecnologia VoIP passam por dois pontos distintos e importantes: a questão do acesso banda larga e a questão da qualidade do serviço.

A conexão banda larga é um pré-requisito para a utilização da tecnologia VoIP, visto que tanto voz e dados utilizarão o mesmo espaço para caminhar pela rede. Entretanto, a disseminação da banda larga no país ainda é restrita, como demonstra a Tabela 21. Todos os tipos de conexão banda larga apresentaram crescimento desde 2002, apesar de no total o ano de 2006 tenha apresentado uma queda nas taxas de crescimento. Entre os motivos que explicam as elevadas taxas de crescimento se encontram a disseminação dos serviços VoIP, com destaque para o uso do *Skype*, *MSN Messenger* e outros, no Brasil; a queda no custo dos computadores; o maior acesso e uso da internet; e a oferta de produtos combinados, como telefone, internet e TV por assinatura.

Tabela 21 – Total de Conexões Banda Larga no Brasil entre 2002 e 2007 – em milhares

		2002	2003	2004	2005	2006	3T07
ADSL	Quantidade	526	993	1880	3152	4341	5241
	Cres. (%)		88.8%	89.3%	67.7%	37.7%	20.7%
TV Assinatura (Cabo)	Quantidade	135	203	342	629	1200	1585
	Cres. (%)		50.4%	68.5%	83.9%	90.8%	32.1%
Via Rádio	Quantidade	31	40	50	75*	115*	125*
	Cres. (%)		29.0%	25.0%	50.0%	53.3%	8.7%
Total	Quantidade	692	1236	2272	3856	5656	6951
	Cres. (%)		78.6%	83.8%	69.7%	46.7%	22.9%

Fonte: Teleco, 2007.

*Estimativa Teleco

Porém, em um país de aproximadamente 200 milhões de pessoas, somente 6.9 milhões possuem algum acesso banda larga e destes apenas 5.2 milhões são ADSL, o que aponta o ainda enorme potencial de crescimento deste mercado. Entre os motivos para a restrição deste serviço, tem-se a concentração de renda no Brasil. Conforme indica a Tabela 22, a concentração de renda no país aumentou entre 2001 e 2006, onde a classe definida como E (com rendimentos inferiores a dois salários mínimos) passou de 74.9% em 2001 para 79.4% em 2006. No mesmo período, a classe A (com rendimentos superiores a vinte salários mínimos), de 1.1% no ano de 2001, reduziu para 0.6% em 2006. Também é possível perceber

um achatamento da classe média (B e C). Tal cenário prejudica a expansão dos serviços de banda larga, uma vez que a classe que já possui o serviço é a com rendimentos mais elevados, o que obriga as operadoras a procurar novos clientes entre aqueles com renda mais baixa.

Tabela 22 – População por Classe de Renda no Brasil entre 2001 e 2006 – em %

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
E	74.9%	76.3%	76.5%	77.2%	78.8%	79.4%
D	15.9%	15.3%	15.9%	15.1%	14.3%	13.6%
C	5.6%	5.2%	4.6%	4.9%	4.5%	4.7%
B	2.5%	2.2%	2.1%	2.0%	1.7%	1.7%
A	1.1%	1.1%	0.9%	0.8%	0.7%	0.6%

Fonte: Telebrasil, 2007.

Outros fatores limitantes, além da renda, são os impostos e o marco regulatório. A incidência do ICMS sobre os serviços de Comunicações pode ser observada na Tabela 23, na qual, em 2006 o total arrecadado atingiu o patamar de 12.5% do total de ICMS. A adoção de tarifas diferenciadas poderia ser um estímulo para a expansão do serviço.

Tabela 23 – ICMS de Serviços de Comunicações no Brasil entre 2001 e 2007 – em R\$ bilhões e %

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	JAN-SET 07
ICMS Serv. Comunicações	11.8	12.8	15.1	16.4	19.3	21.3	17.6
% do ICMS TOTAL	12.5%	12.2%	12.7%	11.9%	12.5%	12.5%	14.2%

Fonte: Telebrasil, 2007.

A discussão em torno do marco regulatório consiste, principalmente, sobre a impossibilidade de fusão entre duas concessionárias do serviço de telefonia comutado tradicional que operem em áreas diferentes do PGO e as imposições colocadas pela Lei do Cabo, que não permite participação superior a 30% de capital estrangeiro em empresas de radiodifusão. Este cenário dificulta às empresas a formação de grandes grupos atuando em diversos segmentos e oferecendo produtos convergentes.

Por sua vez, as questões relacionadas com a qualidade do serviço se referem aos problemas que possam existir de latência (diferença de tempo entre o início de um evento e o momento em que seus efeitos tornam-se perceptíveis), perda de pacotes, eco, *jitter* (variações de atraso) e segurança.

Outro fator que tem graves implicações para a manutenção da qualidade é a dependência, em alguns casos, da energia elétrica, roteadores e provedores de acesso de energia elétrica para se ter acesso aos serviços e VoIP. Enquanto o sistema de telefonia tradicional é independente de panes elétricas e se tornou mais confiável, a tecnologia VoIP

ainda está amadurecendo e incorporando as funções já disponibilizadas pelo sistema convencional. Um exemplo claro é a impossibilidade, na maioria dos casos, de se realizar chamadas para números de emergência através da telefonia IP.

Por ser uma tecnologia nova e ainda em implementação, no quesito segurança, a maioria das soluções VoIP ainda não suportam criptografia (modelo que transforma e protege a informação até seu destinatário), de modo que seja possível ouvir chamadas de outrem ou ainda, alterar o conteúdo das mesmas.

O Quadro 18 resume as vantagens e desvantagens associadas à tecnologia VoIP. Entre as principais vantagens relacionadas, tem-se a redução no custo da chamada, pois a voz é transformada em pacotes e transmitida como pacote de dados; a unificação das redes de telefonia, internet e TV por assinatura, o que contribui para a redução de custos e otimização de utilização; a independência das operadoras, uma vez que o serviço é disponibilizado mediante acesso via banda larga; mobilidade do serviço, isto é, basta a conexão com a internet para acessar o serviço; e, por último, a flexibilidade para fornecer novos produtos, como videoconferência e soluções de *e-commerce*.

Vantagens	Desvantagens
Redução no custo das chamadas	Dependência do provedor de Internet
Unificação das Redes	Questão de segurança da rede
Independência das Operadoras	Qualidade das ligações pode oscilar de acordo com a configuração da rede
Mobilidade do serviço/padrão global	Regulamentação inexistente
Flexibilidade para oferta de novos produtos	Falta integração dos equipamentos

Quadro 18 – Principais Vantagens e Desvantagens da Tecnologia VoIP

Fonte: Elaboração Própria.

Entre as desvantagens, listam-se a dependência do provedor de internet para a continuidade do serviço; a questão de segurança, já que a tecnologia ainda não aceita criptografia para garantir a segurança na transmissão de dados; a qualidade das ligações tem relação com a configuração da rede, que, se mal dimensionada, pode ocasionar problemas de eco, atraso e perda de pacotes; a regulamentação praticamente inexistente, visto que, na análise do órgão regulador do setor, a Anatel, a tecnologia ainda não atingiu participação de mercado suficiente para exigir regulação; e, por fim, a falta de integração dos equipamentos, pois os protocolos utilizados pela tecnologia não são atestados por órgãos internacionais conhecidos como UIT, de modo que cada fornecedor desenvolva equipamentos com protocolos distintos.

4.8 – O mercado de VoIP

É importante destacar a inexistência de uma fonte de dados oficial sobre os números da tecnologia VoIP. Por ser uma tecnologia em fase inicial de implantação e disseminação, os dados disponíveis são aqueles divulgados por operadoras que disponibilizam o serviço; revistas e jornais, como Exame, IDG NOW, Computer World, Estado de São Paulo, Gazeta Mercantil, Valor Econômico; e sites especializados, como Teleco, Abrafix, ITWEB.

A disseminação da internet e o avanço do acesso via banda larga nos últimos anos favoreceram o alcance da telefonia IP. Pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Soluções de Telecomunicações e Informática (Abreprest) indica que os investimentos no setor de telecomunicações em 2008 por parte das operadoras fixas devem se elevar em 3%, atingindo o valor de R\$ 2.66 bilhões de reais. Os principais focos dos investimentos serão a banda larga e novos serviços, como IPTV (IDG NOW, 2008).

Mediante a Tabela 24 é possível perceber a grande penetrabilidade do VoIP em diversos países, com destaque para o Japão, já que “o país vem servindo de laboratório da nova tecnologia para o resto do mundo, pois o governo local deu forte incentivo” (EXAME, 2005). Logo após o Japão, a França apresenta os maiores índices de utilização da tecnologia VoIP. O Brasil, segundo a Exame (2005), apresentava perspectiva de 25% de utilização para 2006. A disseminação do VoIP no Brasil tem como obstáculo o reduzido número de assinantes de banda larga. Entretanto, alguns números já surpreendiam: ainda em 2005, uma em cada três ligações do Brasil para o exterior já era feita pela internet; os internautas brasileiros estão em terceiro lugar no ranking de usuários do *Skype* (EXAME, 2005).

Tabela 24 – Residência com Acesso Banda Larga e com VoIP para Países Selecionados – em %

	2004	2005	2006*
Japão	57%	100%	100%
França	5%	60%	90%
China	1%	14%	25%
Brasil	1%	8%	20%
Eua	1%	6%	20%

Fonte: Exame, 2005.

*Previsão.

Conforme dados da Teleco (2007), as maiores prestadoras de serviço de telefonia fixa VoIP no Brasil são a Embratel/Net e a GVT. Pela Tabela 25 se percebe que a Net Fone e a GVT apresentaram crescimento no número de assinantes, embora o crescimento da Net tenha sido excepcional. Cabe enfatizar ainda que o *Skype*, em parceria com a Transit Telecom,

possuía 45 mil assinantes em 2006, totalizando mais de 262 mil usuários de telefonia fixa VoIP no Brasil no fim de 2006.

Tabela 25 – Número de Assinantes de Telefonia Fixa VoIP no Brasil entre 2005 e 2007 – em milhares

	2005	1T06	2T06	3T06	4T06	1T07	2T07
Net Fone Via Embratel	--	1.3	57	115	182	257.4	354
GVT	5.6	11.7	19.7	33.9	35.4	49	56.1

Fonte: Teleco, 2007

Com relação ao número de empresas que prestam tais serviços, o número oficial não corresponde à realidade. A Tabela 26 apresenta o número de provedores que atuam no Brasil, entretanto, muitos não estão listados e associados aos órgãos de classe (principalmente no segmento de provedores de chamada VoIP), o que dificulta as estatísticas da área.

Tabela 26 – Provedores de Telefonia Fixa VoIP no Brasil em 2007

Provedores de Telefonia Fixa VoIP	16
Provedores de Telefonia Fixa VoIP no exterior	10
Provedores de Chamada VoIP	69
TOTAL	84

Fonte: Teleco, 2007

Os provedores de telefonia fixa VoIP são prestadoras que possuem autorização de STFC no Brasil e podem oferecer um número telefônico para receber chamadas, da mesma forma que ocorre com um telefone convencional. Os provedores de telefonia fixa VoIP no exterior oferecem apenas a possibilidade de um número telefônico no exterior. Por sua vez, os provedores de chamadas VoIP oferecem a possibilidade de fazer chamadas via internet, sem necessidade de número telefônico fixo no Brasil ou no exterior.

No Brasil não existem estatísticas gerais sobre a utilização da tecnologia VoIP. Todavia, é interessante analisar as perspectivas para o mercado europeu e americano. Para os EUA, de acordo com artigo da revista *TeleTime* (2004), é esperado para 2009 aproximadamente doze milhões de residências ou, ainda, 17% das residências com acesso *broadband* irão utilizar telefonia VoIP em 2009.

Outro estudo, realizado pelo Idate (*TELETIME*, 2004), aponta que em 2009 a expectativa é que o uso corporativo de telecomunicações sobre IP responda por 40% dos

negócios por linhas telefônicas, levando ao desaparecimento de cerca de um terço das linhas convencionais fixas. A previsão para 2010 é de 50%.

Por sua vez, segundo a análise realizada pela Consultoria *Juniper Research* e apresentada na Revista *TeleTime* (2004), as expectativas para o mercado global de VoIP devem atingir a marca em torno de US\$ 25 bi em 2009, o que seria equivalente a 10% aproximadamente da receita total de telefonia, como expressa a Tabela 27. Ainda conforme um especialista desta mesma consultoria, os provedores de serviço têm o desafio de gerenciar a convergência de serviços possível, balanceando as novas receitas obtidas com o VoIP com o decréscimo das receitas oriundas da telefonia convencional.

Tabela 27 – Expectativas do Mercado Global de Serviços de Valor Adicionado em Banda Larga para 2009 – em US\$ bilhões

	2004	2009
Mercado Residencial (US\$ bi)		
Jogos <i>Online</i>	0.6	2.9
<i>Download</i> de música	0.41	2.12
Serviços de vídeo	0.8	5.71
VoIP	2.48	16.36
Total	4.29	27.1
Mercado Corporativo (US\$ bi)		
Armazenamento de dados <i>online</i>	0.31	2.92
<i>Web hosting</i>	2.67	5.28
Redes virtuais privadas	0.55	2.36
VoIP	1.01	9.53
Total	4.54	20.09

Fonte: Consultoria Juniper Research apud *TeleTime*, 2004.

As operadoras de telefonia fixa já sentem a queda em suas receitas, sobretudo de longa distância e internacional, e passaram a lançar pacotes de ligações com descontos nos minutos e produtos convergentes (TELETIME, 2007). Há também a maior divulgação dos planos e benefícios oferecidos. Enquanto na Europa a queda das receitas com longa distância das operadoras tradicionais atingiu 30% no ano passado e deve alcançar 70% em 2007, a projeção para o Brasil é menos drástica, atingindo apenas 15% ao ano nas chamadas de longa distância internacional (TELETIME, 2007). O impacto nas ligações de longa distância nacional devem ser menores ainda, pois as operadoras concessionárias e autorizadas realizaram grandes campanhas de *marketing* para divulgar seus códigos de prestadora em suas regiões de atuação. Segundo *TeleTime* (2007), outra estratégia para aumentar a receita foi a implantação de redes IP para a entrega de ligações e o aluguel de circuitos para outras operadoras de VoIP.

Tal cenário se confirma nas palavras do Presidente da Cisco em entrevista à Revista *TeleTime* (2007b), “em três ou quatro anos, a receita de voz vai cair (...) a expectativa é que a

banda larga supra parte da queda da receita de voz e, somada com serviço de valor adicionado, detenha o segundo elemento da receita”.

4.9 – A posição das Operadoras de Telecomunicações

Outro grande desafio enfrentado pelo setor diz respeito ao impacto nas operadoras de telecomunicações, pois além da perda de receita com a entrada de novas soluções no mercado, também devem tomar decisões com relação à implementação do processo de otimização de sua infra-estrutura, de modo a se adaptar para o momento da convergência. Embora diversas empresas apresentem desde o momento pacotes de serviços, isto não significa que exista também a integração tecnológica para a prestação deste pacote. Segundo Marcelo Nobre Frasson (apud IDG NOW, 2008), a realidade ainda é que cada serviço ofertado ao cliente possui uma tecnologia específica. A idéia de convergência das infra-estruturas, através de uma plataforma IMS (*IP Multimedia Subsystem*), tem como objetivo a redução do custo para as empresas, e a oferta de combos sem esta convergência implica a redução das margens para as operadoras.

Conforme pesquisa realizada por *Wainhouse Research* (apud ITWEB, 2008), o mercado mundial de serviços de comunicação integrada saltará dos atuais US\$ 8.8 bilhões para US\$ 24.2 bilhões em 2012. Muitas empresas já estão investindo em serviços de plataforma IMS e no Brasil, a Microsoft já disponibiliza, para grandes e médias empresas, uma versão desta plataforma.

Para as operadoras de telefonia celular, o grande desafio se refere aos investimentos para a montagem da rede de terceira geração, uma vez que, de acordo com o edital do leilão, até 2016 os serviços 3G devem estar disponíveis para 2740 municípios pequenos, com menos de 30 mil habitantes, totalizando 3800 cidades com acesso à nova tecnologia.

4.9.1 – Fusões e Aquisições

O setor de telecomunicações, após o processo de privatização e até julho de 2003, passou por um período em que não seria permitido às concessionárias efetuarem vendas e/ou adquirirem outras empresas na mesma área de atuação. A primeira grande discussão sobre o tema aconteceu devido à concordata do grupo WorldCom, controladores da Embratel no Brasil. Após o processo de falência foi permitido à empresa concretizar o processo de venda da Embratel. O grupo responsável pela compra foi a Telmex, responsável também pela

Vésper e Claro no país. A compra transformou o Grupo no terceiro maior operador de telecomunicações do país, atrás apenas de Telefônica-Vivo e Telemar-Oi.

Como parte de sua estratégia de consolidação na América Latina, o Grupo Telmex continua adquirindo empresas no Brasil. Em meados de 2004, a empresa adquiriu participação na Net, empresa de TV por assinatura, que possuía, na época, 1.3 milhões de clientes ou 36% do mercado (VALOR ECONÔMICO, 2006). A compra desta empresa é estratégica para a Telmex, como uma forma de acessar o cliente residencial, a chamada última milha, visto que a Embratel não possui cabos para acesso aos clientes.

Para fazer frente à concorrência imposta pelo Grupo Telmex e se firmar como um dos maiores grupos de telefonia do Brasil, a Telefônica também tem adquirido empresas que permitam reduções de custos e melhoria dos serviços prestados. Uma destas empresas, adquiridas no final de 2004, foi a Atrium Telecomunicações, que possibilita à Telefônica “aumentar sua competitividade no mercado corporativo de voz, dados e imagem, como banda larga e videoconferência” (GAZETA MERCANTIL, 2004b).

Seguindo a lógica de concentração, solidificação de participação e convergência, a Telemar, seguindo os passos do Grupo Telmex, adquiriu a empresa Way Brasil, uma operadora de serviços múltiplos, com concessão para exploração do serviço de TV a cabo em Minas Gerais e autorização para prestação de Serviço de Comunicação Multimídia em todo território nacional. A compra da Way é importante para a estratégia de integração de serviços de telefonia fixa, móvel, internet, conteúdo e dados que a empresa pretendia implementar.

A Net, sob o controle da Embratel, em outubro de 2006, e a maior empresa de TV a cabo do país, adquiriu a Vivax, segunda maior empresa do setor, respondendo por 75% do mercado. A compra passa pela nova estratégia da empresa de oferecer não somente novos canais, mas também o produto conhecido como Net Phone, como parte dos novos pacotes oferecidos em virtude da convergência de dados, voz e imagem. A Net, com os investimentos de sua controladora, Telmex, apresentou crescimento de 20% entre junho de 2004 e junho de 2006, crescimento este impulsionado pelas vendas de banda larga e serviços de telefonia (ESTADO DE SÃO PAULO, 2006).

A Telefônica, em um movimento para garantir a convergência dos serviços, em outubro de 2006 fechou um acordo com o Grupo Abril, nos termos permitidos pela LGT³⁸, para a compra da TVA, empresa operadora de TV por assinatura e que possuía, na época, 7% do mercado. Entretanto, a compra teria que passar pelo crivo da Anatel, uma vez que a LGT

³⁸ Segundo a LGT, uma empresa estrangeira somente poderia controlar até 49% de uma empresa do segmento de cabo.

também proíbe que concessionárias (Telefônica) ingressem em outros segmentos que não o alvo de sua concessão, na mesma região em que atuam. A autorização para a compra foi concedida pela Anatel em julho de 2007, com algumas restrições no modelo de negócio em São Paulo, onde a Telefônica é concessionária e já detém grande infra-estrutura.

Em novembro de 2006, a Telecom Itália anunciou a venda da empresa TIM, em função de dívidas no valor de 41 bilhões de euros. O Grupo Telefônica e o Grupo Telmex já disputavam a compra da TIM, o que poderia levar a uma total reordenação do mercado de telefonia celular brasileiro. O mercado nacional possui quatro grandes empresas, Vivo, Claro, TIM e BrT/Oi, sendo que as duas maiores são responsáveis por cerca de 50% do mercado e a compra da TIM pela Telefônica ou pela Telmex elevaria a participação das duas maiores empresas a aproximadamente 70% (GAZETA MERCANTIL, 2006).

Em abril de 2007 é anunciada a venda da TIM (que também tem participação na Brasil Telecom) para a Telefônica, que declarou que seus ativos e os da TIM seriam administrados de forma independente, sendo que seus representantes no Conselho de Administração da TIM não participarão de votos em assuntos relacionados a países onde houver atuação superposta. Tais restrições já foram efetuadas para influenciar uma decisão favorável da Anatel sobre a compra da empresa (VALOR ECONÔMICO, 2007). A Anatel aprovou a compra em outubro de 2007, todavia uma das restrições impostas foi a total independência das operações entre Vivo e TIM.

Para reforçar ainda mais sua posição no mercado brasileiro, a Telefônica negocia ainda comprar as ações da Portugal Telecom na Vivo. A Portugal Telecom divide a administração da operadora de telefonia móvel com a empresa espanhola. Entretanto, pela legislação não é permitido que uma única empresa possa manter o controle de duas empresas concessionárias, como aconteceria com a Telefônica no caso da TIM e Vivo.

A participação que a Telecom Itália detinha na Brasil Telecom foi vendida para os fundos de pensão Previ (Banco do Brasil), Petros (Petrobrás) e Funcef (Caixa Econômica). Com isso, fica mais fácil a entrada de um sócio estrangeiro ou até mesmo a fusão com o Grupo Oi.

A Telmex, em contra-ataque ao investimento da Telefônica, compra da TIM, aumentou os investimentos para obter a liderança no mercado da tecnologia Triple Play (GAZETA MERCANTIL, 2007), isto é, a oferta combinada de serviços de voz, dados e imagens, oferecendo conexões de alta velocidade a valores menores dos que os praticados no mercado. Tal estratégia somente é possível em virtude da aquisição da Net e Vivax.

A empresa Vivo, em agosto de 2007, realizou a compra das operadoras Telemig Celular e Amazônia Celular, em operação que será quitada pela própria empresa, sem envolvimento das matrizes Telefônica e Portugal Telecom. A compra permitiu a Vivo entrar no único mercado que ainda não atuava, Minas Gerais. Quanto à Amazônia Celular, a Vivo já possui atuação no Norte do país, o que força a empresa a devolver a licença para a Anatel ou vender a empresa para a única operadora que ainda não possui cobertura nesta região, a Claro. A segunda opção foi consolidada.

No início de 2005, começou a ganhar contorno a idéia de união entre Brasil Telecom e Telemar, visto que as negociações entre Telemar e a britânica Vodafone não foram concretizadas. Entretanto, existem dois obstáculos para tal união. O primeiro corresponde aos valores requeridos pelos sócios da Brasil Telecom, entre eles Telecom Itália, CitiGroup e outros Fundos de Investimentos, para a venda de sua participação.

O segundo corresponde à impossibilidade prevista na legislação, que não permite que duas operadoras fixas sejam controladas pelo mesmo grupo. Quanto a esta questão, as empresas já pressionam o governo em busca de mudança na legislação, de modo a possibilitar fusões entre quaisquer empresas e entre empresas de segmentos próximos, como provedores de internet e empresas de TV por assinatura.

A Telemar entende a necessidade de se fortalecer para enfrentar grandes grupos internacionais. E para atingir tal objetivo, decidiu, no final de 2006, reduzir os dividendos pagos para diminuir as dívidas da empresa e partir para aquisições, principalmente de empresas de telefonia móvel. O alvo seria a TIM, o que contava inclusive com a simpatia do governo nacional. Contudo, com a venda da empresa para a Telefônica, o que ganhou mais força ainda foi uma provável junção entre Telemar/Oi e Brasil Telecom GSM, empresa que iniciaria operações com mais de 15 milhões de clientes.

O site Teleco realizou um estudo (apud GAZETA MERCANTIL, 2007c) e traçou um cenário hipotético para representar a fusão entre Brasil Telecom e a Telemar, conforme Figura 43. É possível perceber a redistribuição de participações de mercado dos novos grupos formados. O grupo formado por Telefônica/Vivo/Tim/TVA seria a líder nos quesitos receita bruta e celulares. O grupo Oi/BrT obteria a liderança apenas em acessos fixos e banda larga, enquanto o grupo Embratel/Claro/Net/Vivax (Telmex) lideraria o segmento de TV por assinatura.

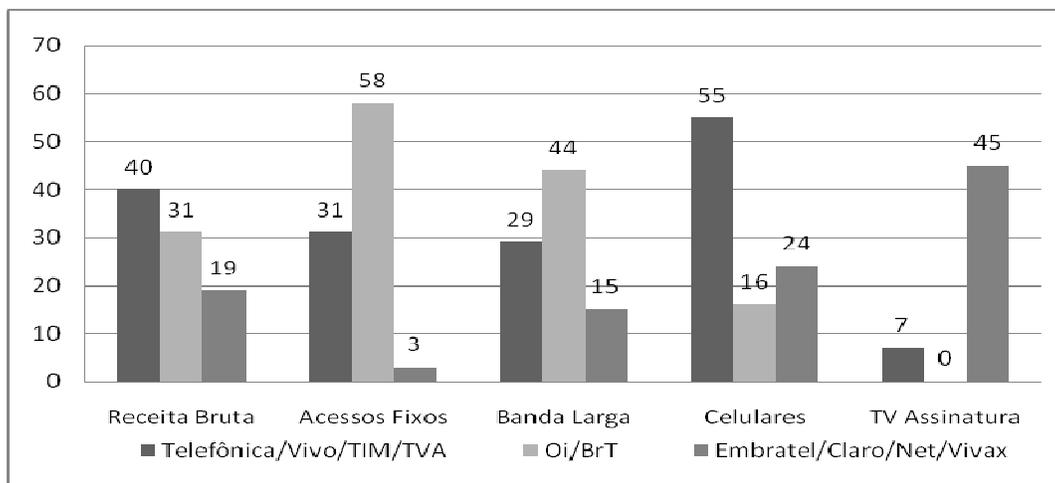


Figura 43 – Cenário Hipotético para Fusões no Setor de Telecomunicações no Brasil em 2008 – em %

Fonte: GAZETA MERCANTIL, 2007c.

No final de 2007 e início de 2008, após o leilão das novas faixas para telefonia móvel operar a partir da tecnologia 3G, novamente aumentou a pressão por parte das operadoras em favor de mudanças na regulamentação do setor de telefonia, em virtude das novas oportunidades abertas pela nova tecnologia, seja através da distribuição de conteúdo ou adquirindo empresas de setores correlatos para oferecer produtos convergentes e obter redução de custos.

A formação de grandes grupos mediante a fusão entre empresas de segmentos distintos permite a redução de custos para o fornecimento dos serviços, devido ao aumento da escala. As grandes operadoras, ao adentrarem no mercado de banda larga, podem ampliar os volumes dos investimentos e contribuir para a disseminação do serviço entre todas as classes de renda, inclusive com a oferta de combos de produtos.

4.9.2 – VoIP

Desde a invenção do telefone e seu paradigma de circuitos dedicados para cada ligação, nenhuma outra tecnologia havia ameaçado este padrão como o VoIP. As mudanças provocadas no setor são tão grandes que até mesmo empresas de outros segmentos estão entrando no setor de telefonia, como é o caso da Time Warner, do Yahoo! E da ComCast nos EUA. Nas palavras de Cathy Martine, vice-presidente sênior da AT&T, “não é uma questão de se isto vai se converter no novo padrão de transmissão de voz, mas sim quando” (apud ESTADO DE SÃO PAULO, 2005c).

Três temas conseguem movimentar o setor de telecomunicações: a convergência fixo-móvel, o acesso via banda larga e o VoIP. As operadoras, preocupadas com a evolução da tecnologia e sua adaptação para os próximos anos, e a Anatel, com as questões regulatórias que o novo cenário traz. A tecnologia VoIP “representa um (...) grande desafio para as operadoras e reguladores, pois permite que toda a rede seja percorrida sem a remuneração convencional” (GAZETA MERCANTIL, 2004), prejudicando as operadoras que anteriormente já haviam investido em infra-estrutura.

Uma das primeiras empresas a analisar a possibilidade de adotar a tecnologia VoIP foi a Embratel após a crise pela qual passou em 2002. Em decorrência do longo processo de concordata pelo qual passou sua controladora original, a WorldCom, e os elevados custos de interconexão pagos pela operadora, e sua posterior venda e aquisição pela Telmex, também controladora da Claro, uma estratégia voltada para a redução de custos e para a convergência entre fixo e móvel já era esperada, focando seus novos investimentos em telefonia local, transmissão de dados e internet (ESTADO DE SÃO PAULO, 2004).

Com o avanço da utilização da tecnologia VoIP, principalmente no segmento corporativo, a evolução do conceito de convergência e a expectativa de que o VoIP em pouco tempo responda por grande parte da receita das operadoras (FOLHA DE SÃO PAULO, 2004), fizeram com que as concessionárias comecem a estudar investimentos nesta tecnologia, ao mesmo tempo em que pressionam por mudanças no setor para não permitir que pequenas empresas e consultorias especializadas, entre elas GVT e Transit, e algumas sem autorização da Anatel, explorem o serviço.

O segmento corporativo atendido pela telefonia IP é tão promissor que já atingiu grandes corporações, atraídas, obviamente, pela redução de custos que pode ser propiciada pela tecnologia. O Banco Itaú, ao adotar o modelo, conseguiu reduzir R\$ 1 milhão por ano, a Aracruz Celulose reduziu os custos mensais com telefonia em 25% e a Belgo-Mineira estima redução de 30% (VALOR ECONÔMICO, 2005). Grandes operadoras também passaram a oferecer o serviço para o mercado corporativo, como Telemar, Brasil Telecom e Telefônica.

No entanto, mesmo com o avanço significativo no mercado corporativo, no ano de 2005, a Anatel considerou que o número de ligações feitas pela internet ainda eram em número reduzido para fazerem concorrência com o sistema de telefonia tradicional, de modo que mudanças e novas regras para o setor não eram necessárias para o momento.

O baixo nível de ligações via web, porém, juntamente com o avanço de número de linhas de aparelhos móveis, foi capaz de reduzir a receita das operadoras com serviços de voz. A perspectiva, segundo a Consultoria Accenture e Guerreiro (apud ESTADO DE SÃO

PAULO, 2005), é de que esta receita passe de US\$ 784 bilhões em 2004 para US\$ 665 bilhões em 2008. Um indicador que corrobora tal tendência é apresentado pela evolução do peso do setor de Comunicações no PIB, que reduziu em 1.7% no segundo trimestre de 2005, em função da queda do número de ligações interurbanas efetuadas (FOLHA DE SÃO PAULO, 2005).

A solução encontrada para reverter a queda da receita com voz, inclusive em outros países, foi a oferta de pacotes, chamado de Triple Play, com serviços de telefonia, acesso à internet banda larga e televisão por assinatura. No Brasil, a TVA já oferecia telefonia em seus pacotes e a Net estuda novos pacotes contendo telefonia.

Depois de se disseminar pelo mercado corporativo, o VoIP passou a avançar para o mercado residencial, quando grandes varejistas começaram a vender adaptadores e aparelhos de telefonia IP para uso residencial. Apesar de reconhecer que o VoIP é um nicho de mercado que se desenvolve rapidamente, a divulgação e a expansão do serviço são restritas por parte das operadoras devido a dois fatores primordiais, qualidade e abrangência. Com relação à qualidade, as operadoras às vezes não conseguem garantir a mesma qualidade de ligação na telefonia IP que se obteria no sistema tradicional, devido provavelmente às características da própria rede por onde trafegam os dados. Por sua vez, a questão da abrangência diz respeito ao número limitado de público-alvo existente no Brasil, que em junho de 2005 estava limitado a quase três milhões de usuário de banda larga, um número bem ínfimo perto dos cinquenta milhões de acessos fixos instalados. Outro fator relevante também são os preços dos aparelhos de telefonia IP, ainda elevados em razão da baixa escala de produção (VALOR ECONÔMICO, 2005b).

Entretanto, a concorrência de pequenas operadoras, provedores de internet e empresas de TV a cabo que oferecem o VoIP tem feito as operadoras/concessionárias lançar este novo produto, atrelando seu crescimento à expansão do seu serviço de banda larga, afinal, “as quatro grandes concessionárias dos serviços de telecomunicações – Telefônica, Telemar, Brasil Telecom e Embratel – reconhecem que a nova tecnologia VoIP é um caminho sem volta. E pelo menos duas delas – Telefônica e Brasil Telecom – têm prontos novos produtos” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2005b) para ligações via web.

A disseminação do VoIP teve um grande impacto sobre as operadoras de telefonia fixa, uma vez que grande parte de sua receita provém dos serviços de voz. Todavia, este cenário não é passageiro e o modelo de negócio deve ser reestruturado para se adaptar aos serviços convergentes, baseados no padrão IP. Um estudo da Consultoria Accenture e Guerreiro (apud ESTADO DE SÃO PAULO, 2005b) mostrou que em seis mercados mais

maduros, Austrália, Coréia do Sul, Espanha, Estados Unidos, Itália e Reino Unido, entre os anos de 2001 e 2004, a base de assinantes de telefonia fixa caiu em média 1.7% ao ano, enquanto a telefonia móvel cresceu 10% e a banda larga, 39%. A telefonia IP cresceu 37% entre os anos de 2003 e 2004, atingindo o número de vinte e nove milhões de usuários. Todas as grandes empresas de telefonia mundiais, como Verizon, AT&T, Deutsche Telecom e NTT, estão atualizando suas redes para disponibilizar ligações via web.

A entrada das grandes operadoras neste mercado é um grande passo para a oferta de novos serviços, como novos canais de vendas, a integração do fixo-móvel e, inclusive, a IPTV. Entretanto, o que mais preocupa as grandes operadoras neste segmento, mais do que a concorrência dos pequenos provedores e das operadoras virtuais, é a entrada da Embratel no segmento de VoIP residencial, utilizando a estrutura da Net, da qual é acionista, para oferecer os serviços.

A GVT, empresa-espelho criada para concorrer com a Brasil Telecom nas regiões Sul e Centro-Oeste, é uma pioneira no oferecimento de serviços VoIP no Brasil (GAZETA MERCANTIL, 2007b), seja através do acesso via banda larga, utilizando a rede de outras operadoras, ou por meio dos adaptadores de telefonia, que dispensa, inclusive, o uso do computador e do acesso banda larga.

No entanto, não são somente as grandes operadoras que oferecem serviços de VoIP. No Brasil, existem centenas de provedores de telefonia IP, que atendem em especial o mercado corporativo, embora algumas também atendam o mercado residencial. Destas, algumas não possuem sequer o registro como operadoras SCM (Serviço de Comunicação Multimídia) ou STFC (Serviço de Telefonia Fixa Comutada). Para Petrônio Nogueira da Accenture (apud FOLHA DE SÃO PAULO, 2006), a tendência do mercado de VoIP é um crescimento rápido e posterior consolidação, com *players* dominantes. E esta consolidação se dará com “a quebra de algumas das novas teles virtuais; as de médio porte podem comprar outras para ficar grandes, e as grandes companhias de telefonia fixa vão comprar alguma grande e aquelas que ganharem mais clientes na fase de expansão” (IDC apud FOLHA DE SÃO PAULO, 2006).

4.9.3 – IPTV e Redes sem fio

Com a disseminação da banda larga, necessária para o desenvolvimento da tecnologia VoIP, além da telefonia IP, novos produtos também podem ser disponibilizados, abrindo novos mercados e oportunidades de negócios para as operadoras.

Entre os novos produtos convergentes a serem disponibilizados, temos a IPTV, afinal, para os analistas (apud ESTADO DE SÃO PAULO, 2004b), o melhor meio de distribuição de sinais de televisão é o de pacotes de vídeo, através da atmosfera ou via cabo. Este novo modelo traz a oportunidade de oferecer novos serviços, tais como *vídeo on demand* (VoD), gravação digital em sistemas de *Personal Video Recording* e novas formas de comércio eletrônico. As empresas começaram em 2005, a realizar estudos para a oferta deste produto, que esbarrava em aspectos regulatórios, pois entendiam que a atual regulamentação permitiria apenas a comercialização de vídeos sob demanda. Entre as empresas que iniciaram os estudos para disponibilizar tal serviço tínhamos a Telefônica, Telemar/Oi e Brasil Telecom.

A Oi iniciou os testes em dezembro de 2007 na cidade do Rio de Janeiro, com a expectativa de disponibilizá-lo comercialmente no primeiro trimestre de 2008. Segundo o Diretor de Novos Negócios do Grupo, José Luis Volpini (apud TELECOMONLINE, 2007b), o objetivo é conquistar em poucos meses em torno de 10 mil assinantes através de 200 títulos oferecidos no serviço e vídeo sob demanda.

A Telefônica necessitou realizar melhorias na rede para disponibilizar o serviço de IPTV, uma vez que apenas 13% de sua rede possibilitavam velocidades superiores a 1 Mb/s, valor que alcançaria 90% até o final de 2007, conforme previsões da operadora (TELECOMONLINE, 2007c). Outro fator que contribuiu para o não lançamento do serviço pela empresa, embora a maioria dos outros aspectos técnicos estivessem resolvidos, é a questão regulatória, que por enquanto permite apenas a disponibilidade de vídeo sob demanda por parte das operadoras.

Somente em junho de 2007, a Anatel disponibilizou um regulamento que possibilitará as operadoras oferecerem TV por assinatura pela rede de telefonia, IPTV. Com relação à TV digital, o modelo escolhido pelo governo brasileiro foi o japonês, em contraposição à preferência das operadoras, o modelo europeu, por se configurar na visão das mesmas como um modelo mais “global”, ao estar presente em 57 países. A grande diferença entre os modelos é que, pelo modelo europeu, requer uma torre de transmissão à parte para que as imagens transmitidas alcancem os receptores móveis, como celulares. Tal característica técnica cria um novo agente no mercado, o operador de rede, que poderia ser ocupado e explorado pelas operadoras de telecomunicações. Pelo padrão japonês, as emissoras de TV podem fazer as transmissões diretamente (FOLHA DE SÃO PAULO, 2006b). Outro objetivo das operadoras de telecomunicações é garantir o direito de explorar o canal de retorno, isto é, o canal que garante a interatividade com o consumidor.

O prazo para a migração para transmissões completamente digitais de TV é de dez anos. O prazo para as empresas se adaptarem é de seis meses, em média. Entretanto, para o consumidor, o prazo depende da aquisição de televisores ou conversores digitais. A transmissão se iniciará pelas capitais.

Outra grande novidade e que já está atraindo grandes empresas é a tecnologia sem fio como acesso às redes. As empresas adotam tal tecnologia como forma de acesso remoto a dados corporativos com o intuito de ganhar produtividade e criar novos serviços. Uma das tecnologias que mais se destaca é o Wi-max (TELECOMONLINE, 2007), que atraiu as grandes concessionárias de telecomunicações, Telemar, Brasil Telecom e Telefônica, para sua exploração, por ser uma forma de completar a cobertura a um custo mais baixo. A Brasil Telecom já realizava testes com tal tecnologia em São Paulo durante o ano de 2007 com a expectativa do lançamento para o mercado corporativo em 2008.

Quanto ao mercado brasileiro, este é um ótimo espaço para a disseminação de tal tecnologia, pois “pouco mais de 60% das residências têm acesso a redes fixas, cerca de 10% têm TV paga e uma porcentagem similar tem banda larga” (TELECOMONLINE, 2007). Outro fator atraente diz respeito ao fato de o país possuir cerca de 4700 cidades com baixa cobertura de banda larga.

Porém, a LGT colocava algumas restrições para as operadoras no fornecimento de internet, como, por exemplo, o fato de estarem proibidas de explorar o serviço em sua área original de concessão. Em setembro de 2006, no entanto, as operadoras conseguiram na justiça o direito de participar de leilões de frequência de internet banda larga sem fio sem nenhum tipo de restrição. A Anatel se posicionava de forma contrária à participação das operadoras, temendo redução da concorrência no setor em função do maior potencial de investimentos das operadoras.

4.9.4 – Produtos Convergentes

Como forma de reverter a queda das receitas com os serviços de voz, as operadoras procuram novas formas de serviço que elevem novamente suas receitas. Uma forma encontrada foi a oferta de diversos produtos em um único pacote, isto é, oferecer telefonia móvel, acesso à internet, TV por assinatura, telefonia móvel ou diversas combinações destes produtos.

A venda de pacotes de produtos pode estimular a disseminação da banda larga e outros serviços, de modo a compensar a perda das empresas de telefonia com o uso do VoIP. O

número de usuários de banda larga, 4.5 milhões em julho de 2006, deve atingir a marca de 10 milhões em 2010, segundo a Anatel (apud GAZETA MERCANTIL, 2006b).

A Embratel foi uma das primeiras operadoras do país a oferecer ao cliente residencial um pacote contendo internet banda larga e telefonia VoIP. Para as operadoras que não possuem redes de acesso local, a tecnologia VoIP é uma alternativa para chegar ao cliente final (VALOR ECONÔMICO, 2004) e somente possível devido à desagregação das redes que possibilita que a Embratel utilize o acesso/rede de operadoras com acesso local. A opção da Intelig, principal concorrente da Embratel, é expandir os serviços de banda larga para o mercado corporativo e através dela expandir os serviços de VoIP.

Com a compra da Net, o Grupo Telmex, também controlador da Embratel, passou a poder disponibilizar serviços de transmissão de imagem (TV a cabo), telefonia celular e banda larga, e telefonia fixa através do VoIP. O obstáculo agora passam a ser as restrições da LGT e a oposição das empresas do setor de radiodifusão para a distribuição de conteúdo por parte das operadoras. Com a TV digital e a convergência entre internet, televisão e telefonia, as operadoras e emissoras passam a disputar as novas receitas, como, por exemplo, a venda de pacotes de programação por parte das operadoras. As emissoras, por meio da lei que estabelece limite máximo de 30% de capital estrangeiro nas empresas de radiodifusão, querem manter seu domínio sobre o transporte e distribuição do conteúdo.

A Brasil Telecom, em 2004, na tentativa de atingir as classes C e D, lançou um produto que combina características de fixo e móvel. Com o cartão de celular pré-pago, chamado de Único, os valores poderão ser gastos tanto no próprio celular quanto em telefones fixos, públicos ou privados. Complementando este serviço, a empresa lançou, em meados de 2006, um aparelho capaz de funcionar como fixo e móvel, capaz de escolher automaticamente, dentro da área de cobertura, o melhor tipo de chamada, fixa ou móvel.

A adaptação para o cenário de convergência na Brasil Telecom não se limita ao lançamento de novos produtos. Em setembro de 2005, a empresa anunciou investimentos para instalar uma rede com tecnologia IMS (*IP Multimedia Subsystem*), isto é, uma arquitetura de rede que permite a unificação dos sistemas de telecomunicações existentes (VALOR ECONÔMICO, 2006b). Outro investimento estudado pela empresa é substituir os cabos de cabo por fibra óptica no acesso às residências.

A Telemar/Oi também passou a disponibilizar, em setembro de 2005, diversas versões de pacotes/planos com serviços convergentes, contendo telefonia fixa, internet, discada ou banda larga, telefonia móvel. A cobrança pode inclusive ser realizada de forma única ou separada.

A Telefônica também criou planos que possibilita realizar determinados minutos de ligações locais, longa distância ou para telefones móveis por uma tarifa única. Pacotes contendo acesso ilimitado à internet e outros serviços como identificador de chamadas e atendimento simultâneo de chamadas também podem ser incluídos no pacote (VALOR ECONÔMICO, 2005c). Para fazer frente ao pacote Triple Play da Net/Embratel, a Telefônica criou pacotes junto com a TVA. Em meio às críticas obtidas ao exercer o controle da TVA, a Telefônica tentava também estabelecer sua TV por assinatura via satélite, processo parado devido à não liberação pela Anatel da licença necessária.

A GVT também lançou pacotes que combinam telefonia, com franquia de ligações para telefones móveis e longa distância, acesso à internet e, em alguns casos, telefonia VoIP (ITWEB, 2007). O produto, lançado em maio de 2005, responde por aproximadamente 25% das vendas mensais da empresa (VALOR ECONÔMICO, 2005c).

A TIM também lançou um produto que garante a convergência entre o telefone fixo e o móvel, estimulando a concorrência no mercado de telefonia fixa. A operadora vai praticar preços de telefonia fixa sempre que o cliente estiver em sua residência, seguindo uma estratégia da operadora Vodafone, que a aplica com sucesso.

4.9.5 – Telefonia Móvel

Antes mesmo da entrada do padrão 3G no Brasil, as operadoras de telefonia celular, em virtude da concorrência no setor, já buscavam novas soluções e novos serviços na tentativa de expandir ou manter sua participação de mercado. Como exemplo, podemos citar a operadora Vivo, que em setembro de 2004 lançou para algumas cidades a tecnologia EVDO, que permite a transmissão de dados em velocidades de até dois megabytes por segundo, velocidade muito superior a atual, de apenas 144 kb/s.

Como resposta ao investimento da Vivo, a Claro anunciou a expansão da cobertura da tecnologia EDGE em todos os estados onde atua, de modo que a velocidade de conexão atingirá 236 kb/s. Tal velocidade pode ser comparada ao acesso via banda larga. Outra empresa que irá expandir seus serviços é a Oi. A partir de 2008, a empresa, que já atende clientes corporativos no estado de São Paulo, vai atuar também na telefonia celular, lançando inclusive o serviço de televisão pelo celular.

A partir de julho de 2007, a Anatel passou a estudar a possibilidade de disponibilizar a faixa de 1.9 gigahertz para a telefonia celular. A maior interessada nesta faixa é a operadora Vivo, em função de escolhas realizadas no ano 2000 pela Agência reguladora do setor, que

causou prejuízos à empresa nos anos posteriores³⁹. A utilização desta faixa permitirá à empresa ter alcance nacional e lançar novos serviços multimídia.

Em julho de 2007, a Anatel divulgou as novas regras para o setor de telefonia móvel, incorporando algumas normas já previstas no Código de Defesa do Consumidor e válidas a partir de 2008. Entre as novidades: (a) o final do prazo de carência de um ano para trocar de operadora; (b) as operadoras estão proibidas de extinguir os créditos de celular pré-pago após o vencimento do cartão; (c) o prazo mínimo para o cartão pré-pago passa a ser de três meses; (d) obrigação de abrir lojas ou setores específicos para atender reclamações dos clientes.

Para o leilão das faixas da tecnologia 3G no Brasil, a Anatel preparou 11 áreas de atuação e 4 empresas por área. Com o 3G, o celular ganha mais funções, sendo possível enviar e baixar arquivos em alta velocidade, como músicas, fotos e vídeos (ESTADO DE SÃO PAULO, 2007).

O leilão da tecnologia 3G ocorreu em dezembro de 2007, de forma que a operadora Claro foi a que mais adquiriu licenças 3G, com investimentos da ordem de R\$ 1.42 bilhões para adquirir cobertura nacional. Em segundo lugar, a TIM, com investimento de R\$ 1.32 bilhões, e exceto pelo Triângulo Mineiro, obteve cobertura nacional. A Vivo, com investimento de R\$ 1.14 bilhões, adquiriu cobertura de quase todo o território nacional, exceto Minas Gerais⁴⁰. A Oi investiu R\$ 867 milhões, e não obteve cobertura nacional, conforme demonstra a Tabela 28.

Oito grupos disputavam os lotes oferecidos pela Anatel, sendo o principal alvo o mercado do Estado de São Paulo, sendo este lote arrematado pelas principais operadoras presentes no país, TIM, Claro, Oi e Vivo. O leilão arrecadou o equivalente a R\$ 5.33 bilhões, com ágio de 86.67% sobre o preço mínimo estipulado pela Anatel.

³⁹ No ano 2000, para expandir a telefonia móvel, a Anatel decidiu destinar faixas mais “largas” para o serviço. Nesse período, a telefonia celular de segunda geração se dividia entre a tecnologia GSM que opera na frequência de 1.8 GHz e a tecnologia CDMA que opera na frequência de 1.9 GHz. A Anatel resolveu escolher a faixa de 1.8 GHz e praticamente definindo o padrão tecnológico do setor, prejudicando a Vivo, por ser a única a operar a tecnologia CDMA no país e não podendo, dessa forma, utilizar de todos os recursos disponibilizados pela tecnologia.

⁴⁰ As licenças no Estado de Minas Gerais que não foram adquiridas pela Vivo foram compradas pela Telemig Celular, que será incorporada pela Vivo no início de 2008, garantindo, portanto, cobertura nacional.

Tabela 28 – Resultado do Leilão da Tecnologia Móvel 3G para o Brasil por Lotes Realizado em Dezembro de 2007

Lote	Banda	Vencedor	Ágio	Área
I	F	Oi	90.6%	RJ, ES, BA, SE
	G	TIM	222.6%	
	I	Claro	273.9%	
	J	Vivo	89.6%	
II	F	BrT	41.6%	Centro-Sul
	G	Claro	62.4%	
	I	TIM	68.1%	
	J	Vivo	132.2%	
III / IV	F	TIM	34.1%	Grande SP e "Norte"
	G	Claro	59.3%	
	I	Oi	67.7%	
V / VI	J	Vivo	50.8%	SP Interior e "Nordeste"
	F	Claro	35.3%	
	G	TIM	59.8%	
	I	Oi	68.0%	
VII	J	Vivo	51.7%	Triangulo Mineiro
	F	Claro	71.1%	
	G	CTBC	101.0%	
	I	Oi	108.9%	
VIII	J	Telemig	36.0%	Paranaíba (Mato Grosso do Sul) e sul de Goiás
	F	Claro	89.0%	
	G	TIM	370.1%	
	I	CTBC	103.0%	
IX	J	Vivo	37.3%	23 municípios de São Paulo
	F	Claro	20.3%	
	G	CTBC	101.0%	
	I	TIM	46.9%	
X	J	Vivo	36.6%	MG
	F	Claro	20.4%	
	G	TIM	44.6%	
	I	Oi	52.6%	
XI	J	Telemig	36.5%	PR: Londrina e Tamarana
	F	BrT	20.6%	
	G	TIM	44.3%	
	I	Claro	52.1%	
	J	Vivo	36.6%	

Fonte: ITWEB, 2007.

É interessante notar que para evitar o desinteresse das empresas participantes do leilão por áreas “menos nobres”, determinadas regiões foram alocadas com setores mais disputados, como, por exemplo, o estado de São Paulo e a região Norte ou o lote I composto pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe.

4.10 – Síntese Conclusiva

O desenvolvimento da comutação por pacotes trouxe um importante impacto para o setor de telefonia, juntamente com o desenvolvimento da infra-estrutura de fibra óptica, que

garante os meios necessários para as transmissões em alta velocidade. A comutação de pacotes, ao não exigir um processo dedicado, como a comutação por circuitos, permite uma melhor exploração da rede. A adoção do protocolo TCP/IP garante ainda a flexibilidade necessária para a interface entre diversas redes distintas e a facilidade para incorporar novos serviços.

A infra-estrutura de banda larga e os equipamentos desenvolvidos possibilitam formar uma rede com capacidade para transportar não somente dados, mas também voz com padrão idêntico ao oferecido pelo sistema tradicional de telefonia e a oportunidade de oferecer novos produtos.

A tecnologia VoIP, em suas diversas modalidades de uso, permite a redução de custos, uma vez que as tarifas cobradas pelo serviço são inferiores às cobradas pelas operadoras de telefonia convencional. E mais, ao incentivar a utilização da banda larga, necessária para o funcionamento do serviço, também possibilita a abertura de novos mercados para as operadoras, capazes de levar pela mesma infra-estrutura serviços de voz, internet e TV por assinatura.

As operadoras de telefonia, concessionárias do sistema de telefonia tradicional, em um primeiro momento, não adotaram a tecnologia VoIP. Os primeiros operadores a oferecerem o serviço foram chamados de “operadores virtuais” e atingiram o mercado corporativo primeiramente. O Quadro 19 resume as posições das operadoras em relação às oportunidades abertas pela nova tecnologia. Embora, nos últimos meses, a pressão por mudanças na Lei Geral de Telecomunicações tenha aumentado, a questão regulatória ainda não foi resolvida, pois a tecnologia por enquanto, não se disseminou de forma a causar elevados impactos no mercado com um todo.

Contudo, já é possível observar a queda da receita de voz das operadoras e o aumento do número de assinantes de acesso banda larga e de telefonia VoIP, o que fez com que as operadoras iniciassem os investimentos para a oferta deste serviço, primeiramente para o mercado corporativo e depois para o varejo.

A necessidade de disseminação da internet também interfere nas decisões das operadoras sobre o padrão tecnológico de acesso à Internet. O padrão definido como promissor é a WiMax, uma rede sem fio com transmissões de alta velocidade e a principal vantagem associada é com relação à cobertura do território nacional, uma vez que a área de cobertura desta tecnologia pode atingir até cem quilômetros, enquanto a tecnologia utilizada hoje tem alcance médio de cem metros.

	Modelo Tradicional	Cenário Atual
Fusões e Aquisições	Duas empresas concessionárias não poderiam se fundir e atuar nas duas áreas de concessão. Para completar, para as empresas de radiodifusão, a participação do capital estrangeiro era restrita a 30%.	Empresas pressionam o Governo brasileiro para mudanças na legislação de forma a permitir a fusão entre empresas de telecomunicações e a entrada em segmentos correlatos.
Mercado VoIP	Os serviços prestados pelas operadoras se limitavam ao serviço tradicional baseado na comutação de circuitos. A principal receita tinha origem com os serviços de longa distância nacional e internacional.	As operadoras relutaram, inicialmente na adoção da nova tecnologia. Após a adoção pelo mercado corporativo e a concorrência das "operadoras virtuais", as Operadoras passam a oferecer o serviço.
IPTV e Redes sem fio	O serviço de TV por assinatura era exclusiva das empresas do segmento de radiodifusão, protegidas inclusive pela Lei do Cabo.	A disseminação do VoIP passa pelo crescimento do acesso via banda larga, o que cria novas oportunidades para a oferta de serviços utilizando a mesma infraestrutura. A aposta das empresas passa pelo WiMax como o novo formato de acesso sem fio a Internet.
Produtos Convergentes	O usuário teria contratos com três empresas distintas para o fornecimento de TV por assinatura, Internet e Voz.	As empresas passam a oferecer soluções conjuntas para o usuário, com voz, internet e TV por assinatura em um único pacote (Triple Play).
Telefonia Móvel	A oferta de serviços por parte das empresas era limitado, com foco principal nos serviços de voz e garantia de cobertura. As taxas de envio de dados eram baixas.	O leilão 3G abre a possibilidade do fornecimento de novos serviços, como vídeo-chamadas, com altas taxas de envio de dados.

Quadro 19 – Posições das Operadoras de Telecomunicações Frente ao Novo Cenário de Convergência.

Fonte: Elaboração Própria.

O desenvolvimento da rede de acesso à internet e a expansão das capacidades de transmissão, complementada com a mudança nos padrões de regulamentação, permitem a exploração da oferta de serviços convergentes por parte das operadoras como forma de superar a queda com os serviços de voz verificadas depois da introdução dos serviços de VoIP.

Do mesmo modo, para a telefonia móvel, o leilão da tecnologia 3G também traz novas oportunidades de negócios para empresas, ao possibilitar a transmissão em alta velocidade de vídeo, voz e imagens. Tais possibilidades abrem caminho para o mercado de conteúdo, onde as operadoras de telecomunicações também enfrentam as empresas de radiodifusão para o controle sobre a distribuição do conteúdo.

CAPÍTULO 5 – PERSPECTIVAS PARA O SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES

5.1 – Introdução

O setor de Telecomunicações se enquadra entre os setores mais dinâmicos dentro do novo Paradigma Tecnológico vigente. Os fornecedores de equipamentos para operadoras de telecomunicações se tornam peça fundamental neste segmento ao realizar elevados investimentos em P&D e, com isso, muitas vezes definir a trajetória tecnológica a ser seguida pelo setor.

O objetivo deste capítulo é apresentar as perspectivas dos fornecedores de equipamentos de telecomunicações quanto à evolução tecnológica do setor, através de oito seções, além desta introdução. A seção 5.2 apresenta as empresas entrevistadas durante a pesquisa de campo realizada no mês de janeiro de 2008. Na seção 5.3, abordam-se as características gerais de produção e comercialização destas empresas no Brasil. Já na seção 5.4, busca-se avaliar as políticas de introdução de inovações e a questão da capacitação e aprendizado. Por sua vez, as atividades de cooperação com agentes locais, como universidades, fornecedores e outras empresas são analisadas na seção 5.5. A seção 5.6 apresenta as expectativas de investimentos por segmentos das empresas analisadas para os próximos anos. As perspectivas sobre a tecnologia VoIP e novos cenários que possam surgir se encontram na seção 5.7. Por fim, a seção 5.8 faz a síntese conclusiva.

5.2 – Apresentação das Empresas Pesquisadas

Em uma visão simplificada o setor de telecomunicações pode ser dividido em duas partes, de um lado, as operadoras do sistema de telefonia, responsáveis por levar os serviços até as residências e, de outro, os fornecedores de equipamentos para as operadoras, desde as centrais de comutação até os aparelhos celulares utilizados pelos clientes das operadoras.

O segmento de fornecedores de equipamentos para telecomunicações, por se encontrar em um setor de fronteira, pode ser caracterizado na taxonomia de Pavitt (1984) como um setor baseado em ciência, e onde os investimentos em P&D se colocam como extremamente relevantes para a continuidade do desenvolvimento e manutenção das vantagens obtidas pela empresa, da mesma forma que se constitui em uma barreira aos novos entrantes no mercado.

Neste cenário, para analisar as perspectivas tecnológicas para o setor de telecomunicações e avaliar as transformações recentes pela qual o setor tem passado, foi elaborado um questionário, cujo modelo se encontra no Anexo 1, e aplicado às principais empresas do segmento atuantes no mercado brasileiro. Foram entrevistadas quatro empresas: Nokia-Siemens Networks, Cisco, Alcatel-Lucent e Nortel.

A Nokia-Siemens Networks é a empresa joint-venture resultante da fusão entre o Grupo de Negócios de Rede da Nokia e as operações relacionadas com operadoras da Siemens, com segmento de atuação em expansão de infra-estrutura e serviços de redes fixas e móveis. A empresa está apta a oferecer produtos de convergência de rede, NGN; acesso 2G, como GSM e EDGE; acesso 3G, como WCDMA e HSDPA; soluções móveis; banda larga fixa; soluções de transporte; IPTV; Wi-max; e produtos de voz de baixo custo. Somente no ano de 2005, Nokia e Siemens faturaram juntas o equivalente a 15.8 bilhões de euros. No Brasil, a empresa possui uma unidade de desenvolvimento localizada em Curitiba, Paraná.

A Cisco foi fundada em 1984 por um grupo de cientistas da *Stanford University* e conta hoje com 50 mil funcionários. Um dos segmentos-chaves de atuação da empresa é o desenvolvimento de tecnologias de rede baseadas no protocolo IP, tecnologias de Comunicações IP, segurança de Redes, wireless, redes residenciais e serviços de redes, fornecendo produtos como *routing* e *switching*. No Brasil, a empresa foi criada em 1994 e atualmente mantém operações próprias nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília.

A Alcatel-Lucent é uma joint-venture formada pela Alcatel e Lucent, as duas já atuantes no Brasil. A empresa fornece serviços nos segmentos de redes fixas, satélites, redes móveis, CDMA e GSM. Também fornece serviços de integração, operação e manutenção para operadoras de telecomunicações. A Alcatel-Lucent possui três laboratórios importantes no Brasil. O primeiro é o Laboratório de Integração, um centro especializado em desenvolvimento, teste e integração de tecnologias de dados, ópticas, comutação, sem fio, acesso, internet móvel e segurança, capaz de atender tanto o mercado nacional quanto o global. O segundo é o Centro de Excelência em Segurança, com o objetivo de pesquisar novas tecnologias de segurança para a nova rede convergente móvel e fixa. E, por último, o Centro de Referência de Transmissão, apto a dar suporte aos clientes no monitoramento remoto de redes e realização de testes de novos produtos. Seus laboratórios se encontram na cidade do Rio de Janeiro

A Nortel, presente há doze anos no Brasil, foi fundada por Graham Bell em 1895 no Canadá. A Nortel era uma empresa industrial clássica e apenas nas últimas décadas iniciou um movimento para se tornar prestadora de serviços. A empresa está presente em mais de 150

países, com 42 laboratórios de pesquisa, inclusive um deles situado em Campinas, São Paulo. Suas soluções abrangem tecnologias por pacote, ópticas, wireless e de voz na constituição de redes que permitem a conexão entre os mais diversos locais. Atua também no segmento de segurança e gerenciamento de redes.

5.3 – Características Gerais de Produção e Comercialização

A primeira parte do questionário aplicado às empresas procura analisar as características gerais de produção, através de dados sobre os principais produtos comercializados no ano de 2007, os mercados de destino da produção, percentual da produção realizada no Brasil, entre outras questões.

Com relação aos principais produtos comercializados no ano de 2007, pelo menos duas das quatro empresas entrevistadas responderam produtos IP, PABX e roteadores, necessários para implementar redes com telefonia IP, de acordo com Quadro 20. Apesar da aposta de muitas operadoras sobre o WiMax como a principal solução de tecnologia de acesso à internet sem fio, apenas uma empresa a colocou como principal produto comercializado. É importante destacar ainda o fato de duas empresas listarem os serviços de operação e manutenção como principais serviços comercializados, o que pode indicar uma mudança na visão das empresas, que deixam de ser apenas produtoras e passam ofertar produtos com maior valor agregado.

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Centrais Telefônicas de Grande Porte				x
Fax Center	x			
PABX IP	x	x		
Redes Móveis GSM/2G			x	
Redes NGN		x		
Redes de Transmissão			x	
Roteadores/Gateways IP		x		
Serviços de Operação e Manutenção			x	x
Wi-Max			x	

Quadro 20 – Principais Produtos Comercializados em 2007 no Brasil por Empresas Entrevistadas

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

A produção das empresas entrevistadas se destina principalmente para o atendimento do mercado nacional, conforme Quadro 21. Apenas uma das entrevistadas aloca parte da produção para atender o MERCOSUL, além do mercado nacional. Isto se deve ao fato do mercado externo ser atendido por outras filiais destas empresas.

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Mercado Local				
Mercado Nacional	x	X	x	X
MERCOSUL				X
Mercado Externo				

Quadro 21 – Principais Destinos da Produção das Empresas Entrevistadas

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

O fato da maioria das empresas direcionar suas vendas apenas para o atendimento ao mercado nacional pode ser explicado no Quadro 22. Nele se percebe que apenas duas empresas mantêm fabricação no Brasil, sendo as placas e os microprocessadores os principais componentes utilizados na produção. Entretanto, outras duas empresas apenas comercializam no país os produtos disponibilizados em seus portfólios, oriundos do exterior. As razões para a não produção no exterior podem abranger tanto a questão de escala para a introdução de uma planta industrial no país até as questões regulatórias e de incentivo, com a necessidade de se adequar ao PPB (Processo Produtivo Básico).

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Placas	x			X
Microprocessadores	x			X
Sem produção no Brasil		x	X	

Quadro 22 – Principais Matérias-Primas Utilizadas na Produção

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Entre as empresas que produzem no Brasil, é importante lembrar que as mesmas devem obedecer ao PPB. O PPB foi instituído no final de 1991 como um conjunto mínimo de operações que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto, isto é, etapas fabris mínimas necessárias que as empresas devem cumprir para fabricar determinado produto como uma das contrapartidas aos benefícios fiscais estabelecidos.

O PPB entrou em vigor efetivamente apenas em 1993, sendo aplicado a vários segmentos da indústria situada na Zona Franca de Manaus. Entre os grupos de produtos que se enquadram no PPB, se destacam: Relógios; Placas de Circuito Impresso Montadas; Produtos de Plástico e Isopor; Bens de Informática; Aparelhos de Áudio e Vídeo; Veículos Automóveis para Transporte de Mercadorias e Jipes; e Bicicletas, Ciclomotores, Motocicletas e Motonetas (MDIC, 2008).

Em janeiro de 2008, foi estabelecido o PPB para o produto Terminal Portátil de Telefonia Celular, aparelhos celulares de terceira geração. Em sua primeira fase, o PPB foi concedido à Zona Franca de Manaus para os fabricantes que realizassem as etapas de

fabricação pré-estabelecidas no Brasil, de gravação e configuração final do *software* do aparelho, juntamente com a exportação de pelo menos 10% da produção e investimentos em P&D. É necessário ainda que os aparelhos produzidos tenham bateria, carregador e conversor de corrente contínua produzidos no país (MDIC, 2008b).

A análise das vantagens oferecidas pelas empresas aos clientes mostra que todas as empresas atribuem alta importância para o quesito assistência técnica, um ponto necessário para o setor de telecomunicações e extremamente relevante para aquelas empresas que planejam entrar no segmento de prestação de serviços. Todas as empresas também atribuem alta importância para os quesitos referentes à qualidade dos produtos, às vantagens no preço e ao cumprimento no prazo de entrega, como pode ser observado na Tabela 29. A importância dada ao prazo de entrega diz respeito ao fato de muitas vezes o não cumprimento da data de entrega implicar em multas de elevado valor.

Tabela 29 – Importância Atribuída pelas Empresas Entrevistadas às Vantagens Oferecidas aos Clientes

	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância
Assistência Técnica	0	0	0	4
Qualidade dos produtos	0	0	0	4
Financiamento próprio	2	0	1	1
Adequação a solicitação do cliente	0	0	1	3
Vantagens no preço	0	0	0	4
Cumprimento do prazo de entrega	0	0	0	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Três empresas declararam ainda que a adequação dos produtos e soluções de acordo com a solicitação dos clientes é de alta importância para a empresa, e para uma empresa, média importância. Tal padrão de respostas demonstra que, apesar dos produtos serem até certo ponto padronizados, ainda podem sofrer alterações para melhor se adequarem ao ambiente e obterem melhores resultados.

É interessante notar que duas empresas conferiram o rótulo de Sem Relevância ao quesito Financiamento Próprio, enquanto que apenas uma declarou alta importância, denotando a idéia de fontes próprias de financiamento dos clientes para a aquisição dos produtos. Tal fato se explica pelo porte dos clientes, sobretudo, operadoras de telecomunicações que possuem fontes e recursos próprios para garantir seus investimentos.

No que tange às características das relações comerciais com clientes locais, três empresas imputaram média (duas) ou alta importância (uma) para a venda de produtos padronizados, enquanto que apenas uma declarou alta importância para a venda de produtos

desenvolvidos para empresas locais, segundo Tabela 30. Tais respostas apontam novamente que, por mais padronizada que seja a produção de determinados produtos, os mesmos podem sofrer alterações de acordo com o ambiente da empresa que o adquiriu.

Tabela 30 – Características das Relações Comerciais com Clientes Locais em 2007.

	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Venda de produtos padronizados	1	0	2	1	4
Venda de produtos desenvolvidos para empresas locais	0	0	3	1	4
Existência de processos produtivos dedicados a empresas locais	3	0	1	0	4
Apoio a clientes no desenvolvimento de seus produtos	0	0	2	2	4
Aliança para desenvolvimento de tecnologia	1	0	1	2	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Embora nenhuma empresa tenha atribuído alta importância para a existência de processos produtivos dedicados a empresas locais, pois isto iria requerer o redirecionamento de uma parte da produção apenas para atender a uma empresa específica, duas delas indicaram tal conceito para o apoio a clientes no desenvolvimento de seus produtos, bem como para a formação de alianças para o desenvolvimento de novas tecnologias. As informações tecnológicas colhidas junto aos clientes possibilitam modificações nos produtos com o sentido de aperfeiçoá-lo através de uma combinação dos *learning by using* e *learning by interacting*.

5.4 – Introdução de Inovações e Capacitação

Todas as empresas relataram que o lançamento de novos produtos é algo constante por se tratar de um mercado extremamente dinâmico. Contudo, apenas três empresas lançaram novos produtos entre 2005 e 2007, sejam novos apenas para a empresa, para o mercado nacional ou para o mercado internacional. A Tabela 31 mostra ainda que apenas duas firmas introduziram processos tecnológicos novos para a empresa, mas que já existiam no mercado, enquanto que apenas uma introduziu processos novos inclusive para o setor de atuação.

Já com relação às mudanças organizacionais, a totalidade das empresas, no período analisado, introduziu técnicas avançadas de gestão, efetuou significativas mudanças na estrutura organizacional, mudanças significativas nas práticas de comercialização e de marketing e implementação de novos métodos de gerenciamento. Tais mudanças podem indicar adaptações para a manutenção de posição de mercado em situações mais competitivas ou a tentativa de adquirir maior participação de mercado.

Tabela 31 – Introdução de Inovações nas Empresas Fornecedoras de Equipamentos de Telecomunicações entre 2005 e 2007

	Sim	Não
Inovações de Produto		
Produto Novo para a sua empresa, mas já existente no mercado	3	1
Produto novo para o mercado nacional	3	1
Produto novo para o mercado internacional	3	1
Inovação de Processo		
Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor	2	2
Processos tecnológicos novos para o setor de atuação	1	3
Inovações Organizacionais		
Implementação de técnicas avançadas de gestão	4	0
Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional	4	0
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização	4	0
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing	4	0
Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISSO 9000, ISSO 14000)	4	0

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Por se situarem em um setor de ponta, os investimentos em P&D são altamente importantes para a manutenção da posição de mercado e desenvolvimento de novos produtos, além de ser um item obrigatório para aqueles que se enquadram no PPB. No questionário aplicado, atividades inovativas foram definidas como todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de produtos ou processos, novos ou melhorados, como, por exemplo: P&D de novos produtos ou processos; desenho e reengenharia, aquisição de tecnologia (máquinas, equipamentos, patentes, licenças, entre outros) voltada para a introdução de inovações; modernização organizacional, com o intuito de reduzir o tempo de produção, modificações no desenho da linha de produção, desverticalização; questões ligadas à comercialização, como pesquisas de mercado e gastos de publicidade; e treinamento e capacitação da mão-de-obra com relação às atividades de inovação.

Nas empresas pesquisadas, entre as atividades inovativas realizadas rotineiramente, têm-se os programas de treinamento orientado à introdução de produtos e processos, para três empresas, programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, também para três empresas, e atividades de P&D na empresa e novas formas de comercialização e distribuição, para duas empresas, conforme expresso na Tabela 32.

Tabela 32 – Tipos de Atividade Inovativa Desenvolvida pelas Empresas Fornecedoras de Equipamentos em 2007

	Sem desenvolvimento	Ocasional mente	Rotineira mente	Sem resposta	Total
P&D na sua empresa	1	1	2	0	4
Aquisição externa de P&D	2	1	1	0	4
Aquisição de máquinas e equipamentos que implicam em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associadas aos novos produtos/processos	3	1	0	0	4
Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias, tais como patentes, marcas, segredo industrial)	1	3	0	0	4
Projeto industrial ou desenho industrial associados a produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	2	1	0	1	4
Programa de treinamento orientado a introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	1	0	3	0	4
Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: qualidade total, reengenharia de processos administrativos, desverticalização do processo produtivo, métodos de "Just in time"	1	0	3	0	4
Novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados	0	1	2	1	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008

Apenas uma empresa afirmou não ter exercido atividades de P&D no ano de 2007, o que pode ser explicado pelo fato de duas empresas não possuírem centros de produção no país. No entanto, três empresas não realizaram aquisição de máquinas e equipamentos no ano de 2007.

Os dados referentes a treinamento e capacitação dos funcionários demonstram que todas as empresas entrevistadas atribuem alta importância para os treinamentos realizados, na empresa ou fora dela. Quando se trata de estágios, àqueles realizados em empresas do grupo, são de alta importância para três empresas e os realizados em empresas fornecedoras para apenas duas, conforme a Tabela 33. É interessante notar que a absorção de profissionais de outras empresas e de formandos, nível superior ou técnico, é altamente importante para três empresas. A chamada “Economia do Aprendizado” é exemplificada por tal padrão de resposta, uma vez que as empresas, ao investirem em treinamentos, exercem uma estratégia de investimento em ativos intangíveis, cujo resultado é o aumento do capital humano e da capacitação da força de trabalho para o exercício da atividade de inovação em um setor baseado em ciência.

Tabela 33 – Atividades de Treinamento e Capacitação realizadas pela empresa entre 2005 e 2007

	Sem relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Treinamento na empresa	0	0	0	4	4
Treinamento fora da empresa	0	0	0	4	4
Estágios em empresas fornecedoras ou clientes	2	0	0	2	4
Estágios em empresas do grupo	1	0	0	3	4
Absorção de profissionais de outras empresas	0	1	0	3	4
Absorção de formandos - curso superior	0	1	0	3	4
Absorção de formandos - curso técnico	0	1	0	3	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008

O aprendizado, como discutido anteriormente, tem um papel fundamental no desenvolvimento de uma empresa, ao contribuir para consolidar a trajetória seguida pela empresa ao ampliar conhecimentos, aperfeiçoar procedimentos e melhorar formas de produção. Para analisar questões relacionadas ao aprendizado, buscaram-se informações sobre suas fontes de informação, que podem ser internas ou externas à empresa.

Quanto às fontes internas, todas as empresas atribuíram alta importância para o Departamento de P&D e para a área de Vendas e Marketing e apenas três empresas para a Área de produção, enquanto uma empresa declarou que esta última área é sem relevância como fonte de informação para o aprendizado, de acordo com a Tabela 34.

Entre as fontes externas, todas as empresas atribuíram alta importância apenas aos clientes como fonte de informação para o aprendizado. Cabe ressaltar que, por clientes, se deve entender as operadoras de telecomunicações, grandes e médias empresas. O resultado se explica pelo processo retroalimentador de informações existentes entre as operadoras, principalmente, e as empresas fornecedoras de equipamentos no sentido de troca de informações tecnológicas sobre o uso do produto. Tal troca de informação é ainda mais importante, visto que as operadoras também realizam P&D e podem contribuir significativamente para a melhoria do produto mediante a troca de informações e da capacitação da mão-de-obra.

A totalidade das empresas imputou ainda o rótulo de sem relevância para as empresas de consultoria como fonte de informação. Um detalhe importante é observar que, para três empresas, às firmas concorrentes e outras empresas do setor foi conferido o título de sem relevância.

Tabela 34 – Fontes de Informação para o Aprendizado entre 2005 e 2007.

	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Fontes Internas					
Departamento de P&D	0	0	0	4	4
Área de produção	1	0	0	3	4
Área de vendas e marketing, serviços de atendimento ao cliente	0	0	0	4	4
Fontes externas					
Outras empresas dentro do grupo	2	0	1	1	4
Empresas associadas (<i>joint venture</i>)	2	0	1	1	4
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais)	2	0	0	2	4
Clientes	0	0	0	4	4
Concorrentes	3	0	0	1	4
Outras empresas do setor	3	0	1	0	4
Empresas de consultoria	4	0	0	0	4
Universidades e Institutos de Pesquisa					
Universidades	0	0	0	4	4
Instituto de Pesquisa	0	0	0	4	4
Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção	1	0	0	3	4
Instituição de testes, ensaios e análises	0	1	0	3	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Outra fonte externa de informação que contribui para o aprendizado são as universidades e institutos de pesquisas, tanto que, para todas as empresas, estas instituições são altamente importantes. Apenas os centros de capacitação profissional e as instituições de testes e análises que obtiveram o conceito de alta importância de apenas três empresas. As universidades e institutos de pesquisa são importantes por serem onde se encontra a fronteira do conhecimento com o desenvolvimento de pesquisa básica, essencial para a descoberta de novas aplicações que possam ser exploradas comercialmente. Aproveitando-se do desenvolvimento de pesquisa básica, as empresas podem criar projetos em conjunto para gerar mecanismos de apropriação do conhecimento gerado por parte de seus funcionários e internalizá-los como parte do conhecimento da empresa.

5.5 – Atividades de Cooperação

A atividade de cooperação, seja com outras empresas do grupo, com fornecedores, com clientes, com universidades ou institutos de pesquisa, pode ser importante para adquirir capacitação para o desenvolvimento de novos produtos. Cooperação, em um sentido genérico, significa trabalhar em comum, envolvendo relações de confiança mútua e coordenação entre os agentes. A cooperação pode ocorrer pelo intercâmbio sistemático de informações produtivas, tecnológicas e mercadológicas; pela interação por meio de programas comuns de

treinamento, eventos, feiras, cursos, seminários; ou pela integração de competências, mediante realização de projetos conjuntos.

Tabela 35 – Principais Parceiros em Atividades de Cooperação Realizadas entre os Anos de 2005 e 2007

	Importância				Formalização		Localização	
	Nula	Baixa	Média	Alta	Formal	Informal	Brasil	Exterior
Empresas								
Outras empresas do grupo	3	0	0	1	1	0	1	0
Empresas associadas (<i>joint venture</i>)	3	0	0	1	1	0	1	0
Fornecedores de insumos	3	0	0	1	1	0	1	0
Clientes	2	0	0	2	2	0	2	0
Concorrentes	2	1	0	0	1	0	1	0
Outras empresas do setor	2	1	0	0	1	0	1	0
Empresas de Consultoria	2	1	0	0	1	0	1	0
Universidades e Institutos de Pesquisa								
Universidades	0	0	0	4	4	0	4	0
Institutos de Pesquisa	1	1	0	2	3	0	3	0
Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção	1	1	0	2	3	0	3	0
Instituição de testes, ensaios e análises	0	1	0	3	4	0	4	0
Outros agentes								
Representação	2	0	0	0	0	0	0	0
Entidades Sindicais	2	0	0	0	0	0	0	0
Órgãos de apoio e promoção	2	0	0	0	0	0	0	0
Agentes financeiros	2	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

O principal parceiro em atividades de cooperação entre os anos de 2005 e 2007, segundo a Tabela 35, foram as universidades e institutos de pesquisa. Todas as empresas exerceram atividades de cooperação com universidades e três delas com institutos de testes, ensaios e análises. Apenas duas empresas tiveram como parceiros institutos de pesquisa ou centros de capacitação profissional. Todos os processos de cooperação foram realizados de modo formal, através de contratos e com empresas localizadas no Brasil.

Por sua vez, a cooperação com outras empresas do grupo, empresas associadas ou fornecedores de insumos foi considerada sem importância por três empresas, enquanto apenas uma indicava tal parceria como altamente significativa e realizada por meio de contratos formais e com empresas localizadas no país. As atividades de cooperação envolvendo concorrentes, outras empresas do setor ou empresas de consultoria foram consideradas sem relevância por duas empresas entrevistadas e de baixa importância por apenas uma.

As atividades de cooperação também podem ser exercidas com outros agentes, como representantes, entidades sindicais, órgãos de apoio e promoção e agentes financeiros. No

entanto, entre as empresas entrevistadas, apenas duas responderam a estes itens, indicando a não relevância destes agentes no processo de desenvolvimento da empresa.

As principais empresas que compõem o segmento de Fornecedores de Equipamentos de Telecomunicações são empresas multinacionais presentes em centenas de países. A ligação entre matriz e filiais, com a presença de funcionários da matriz para treinamento e cursos, realização de treinamentos e ensaios na matriz, é de fundamental importância para todas as empresas entrevistadas, como pode ser visto na Tabela 36. Algumas empresas mantêm, inclusive, diversos laboratórios que se tornaram centros de referência no desenvolvimento e teste de produtos, como é o caso da Alcatel-Lucent.

Tabela 36 – Tipo de Cooperação Realizada Entre Matrizes e Filiais entre 2005 e 2007.

	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Presença de funcionários da matriz na empresa para treinamento e assistência técnica	0	0	0	4	4
Ida de técnicos da empresa para treinamento na matriz	0	0	0	4	4
Realização de ensaios nos laboratórios da matriz	0	0	0	4	4
Treinamento/consulta via rede	0	0	0	4	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

A avaliação das atividades de cooperação realizada entre 2005 e 2007 está na Tabela 37. É possível perceber que tais atividades foram de alta importância para duas empresas no que tange a melhorias na qualidade dos produtos, desenvolvimento de novos produtos, melhoria nos processos produtivos, nas condições de fornecimento dos produtos e nas condições de comercialização, na introdução de inovações organizacionais, na criação de novas oportunidades de negócios e promoção da marca no mercado nacional.

Tabela 37 – Avaliação dos Resultados das Ações Cooperativas Realizadas pelas Empresas Entrevistadas entre 2005 e 2007.

	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Melhoria na qualidade dos produtos	0	1	1	2	4
Desenvolvimento de novos produtos	0	1	1	2	4
Melhoria nos processos produtivos	0	1	1	2	4
Melhoria nas condições de fornecimento dos produtos	1	1	0	2	4
Melhor capacitação de recursos humanos	0	1	0	3	4
Melhoria nas condições de comercialização	1	1	0	2	4
Introdução de inovações organizacionais	1	1	0	2	4
Novas oportunidades de negócios	0	2	0	2	4
Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional	1	1	0	2	4
Maior inserção da empresa no mercado externo	2	1	0	1	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Em um setor baseado em ciência e de tecnologia de ponta, três empresas atribuíram elevada importância às melhorias na capacitação dos recursos humanos como resultado dos processos de cooperação desenvolvidos e apenas uma declarou baixa importância. A preocupação com capacitação é constante nestas empresas, no intuito de aumentar a produtividade e a capacidade de contribuição para a atividade inovativa. Outro fator interessante, é que a maioria das empresas declarou sem relevância ou de baixa importância a maior inserção da empresa no mercado externo como resultado do processo de cooperação, provavelmente em virtude de serem empresas já consolidadas no cenário externo.

5.6 – Expectativas de Investimento

Os fornecedores de equipamentos realizam investimentos no desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias, delimitando os novos pontos da trajetória tecnológica do setor. A Tabela 38 atende o objetivo de identificar as áreas prioritárias para investimentos por parte dos fornecedores de equipamentos para os próximos anos. Todas as operadoras estabeleceram como prioritário os investimentos em equipamentos de telefonia IP/VoIP e de redes, principalmente NGN.

Tabela 38 – Expectativas de Investimentos para os Próximos Cinco Anos pelas Empresas Fornecedoras de Equipamentos para Telecomunicações

	Sem Resposta	Nulo	Baixo	Médio	Alto
Aparelhos de Telefonia Fixa	1	2	1	0	0
Aparelhos de Telefonia Móvel	0	2	0	0	2
Aparelhos de Telefonia IP/VoIP	0	0	0	0	4
Equipamentos 3G/Wireless	1	0	0	0	3
Equipamentos de Transmissão	1	2	0	0	1
ERBs	1	2	0	0	1
Equipamentos para redes/NGN	0	0	0	0	4
Serviços	1	1	0	0	2
Suporte Telefonia Fixa	0	1	0	0	1

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

As elevadas expectativas de investimentos em Telefonia IP e Redes NGN não são surpresa, dados os sinais de aquecimento destes mercados nos últimos anos e as projeções favoráveis para os próximos. Um relatório da Consultoria *Infonetics Research* (apud TELECOMONLINE, 2007d) apontou que o mercado global de redes de voz sobre IP e equipamentos IMS cresceu 32% em 2006. A projeção da Consultoria é que o mercado global dobre até 2010, atingindo o valor de US\$ 6.9 bilhões, enquanto que o número de usuários residenciais e pequenos escritórios se multipliquem por quatro. Enquanto o mercado dos

fornecedores, especialmente de produtos como *media gateway* e *softswitch*, alcançou US\$ 2.8 bilhões em 2006, a expectativa de investimento para os próximos anos por parte das operadoras em VoIP e IMS atinge a cifra de US\$ 25.2 bilhões.

É importante ressaltar que os investimentos nas redes NGN se devem ao fato de as operadoras iniciarem a atualização de suas redes em um modelo compatível com a convergência de serviços. Entretanto, para o Chairmain da Nokia-Siemens, Aluizio Byrro (apud TELECOMONLINE, 2008), a migração de redes TDM para NGN está ocorrendo, mas ainda de forma lenta, ao não acreditarem que a migração proporcionará redução de custos de até 30%. As operadoras têm como objetivo também tentar ao máximo amortizar os investimentos feitos na rede anterior, antes de realizar novos e elevados investimentos na constituição de uma nova rede.

Outro segmento relevante para a estratégia dos fornecedores, onde três empresas declararam altas expectativas de investimento, é o de equipamentos 3G e acesso sem fio, wireless e wi-max. Os investimentos em aparelhos móveis de terceira geração são explicados, inclusive, pelo leilão que ocorreu no final de 2007 e pela permissão concedida pela Anatel para a entrada em operação desta tecnologia. Porém, em um primeiro momento, devido aos altos valores investidos pelas operadoras e os preços dos serviços disponibilizados podem tornar o serviço restrito a algumas classes. Para o Presidente da Alcatel-Lucent, Jonio Foigel (apud TELECOMONLINE, 2007e), 3G é um serviço de classe A ou B, para aproximadamente 10% da população usuária de telefone celular.

O WiMax é a aposta das operadoras e dos fornecedores para realizar a cobertura de acesso à internet, sobretudo no caso de regiões afastadas dos grandes centros ou onde não haja infra-estrutura de cabos. A grande expectativa do mercado quanto ao WiMax se deve às altas de transmissão obtidas em testes realizados nas cidades de São Paulo, Belo Horizonte e Ouro Preto, onde as taxas de transmissão alcançadas atingiram velocidades entre 10Mb/s e 15Mb/s com alcance de até vinte quilômetros (CPQD, 2006). Uma vez que o serviço de internet banda larga ADSL oferecido no mercado de São Paulo alcança apenas a velocidade de 8Mb/s, o WiMax eleva o potencial de atendimento e da utilização dos serviços de VoIP.

E, por fim, duas empresas declararam elevadas expectativas quanto aos aparelhos de telefonia móvel, exceto 3G e quanto à área de prestação de serviços. A entrada das empresas na prestação de serviços é importante principalmente para os serviços de implantação de redes.

A análise das expectativas de receita por segmento aponta que três empresas imputam alta importância para o segmento de equipamentos para telefonia IP como fonte de receita

para os próximos anos, o que vai ao encontro de suas perspectivas de investimentos e com os estudos apresentados sobre o desenvolvimento e disseminação do VoIP para os próximos anos, como mostra a Tabela 39. Tal expectativa pode ainda ser visualizada pela declaração das empresas quanto aos produtos comercializados (Quadro 1), onde os produtos para telefonia IP são destaques.

Outros segmentos apontados como principais fontes de receita, por duas empresas, foram os equipamentos de telefonia móvel, 3G e redes de acesso à internet sem fio, wireless e WiMax. Cabe enfatizar que uma empresa declarou sem relevância as expectativas de receita com telefonia fixa e outras duas imputaram o rótulo de baixa importância, em consonância com o cenário de queda de receita com serviços tradicionais de voz por parte das operadoras e o início da migração de suas redes tradicionais (ATM) para novas redes de serviços convergentes (NGN).

Tabela 39 – Expectativa de Fontes de Receita para os Fornecedores de Equipamentos para Telecomunicações para os Próximos Cinco Anos

	Sem Resposta	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
Equipamentos de Telefonia Fixa	1	1	2	0	0	4
Equipamentos de Telefonia Móvel	1	0	1	0	2	4
Equipamentos Wireless/3G	1	0	1	0	2	4
Equipamentos para redes	1	0	2	0	1	4
Equipamentos VoIP	1	0	0	0	3	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

Por sua vez, a Tabela 40 permite analisar como os fornecedores de equipamentos avaliam as novas oportunidades de negócios que surgiram com o avanço tecnológico do setor. Todas as empresas consideraram de alta importância os novos mercados criados com o segmento de IPTV, VoIP, WiMax e a oferta conjunta de voz, internet e TV por assinatura, Triple Play.

Tabela 40 – Avaliação das Oportunidades Abertas pelo Avanço da Evolução Tecnológica por Parte dos Fornecedores de Equipamentos para Telecomunicações

	Sem Resposta	Sem Relevância	Baixa Importância	Média Importância	Alta Importância	Total
IPTV	1	0	0	0	3	4
Triple Play	1	1	0	0	2	4
VoIP	1	0	0	0	3	4
WiMax	1	0	0	0	3	4
Wi-fi	2	1	1	0	0	4
Banda Larga	2	0	0	0	2	4

Fonte: Pesquisa de Campo, 2008.

No que tange ao Wi-Fi, nenhuma operadora o considerou como de média ou alta importância. Tal fato se deve à preferência da indústria e fornecedores pelas redes WiMax, em virtude do maior alcance proporcionado pelo segundo.

5.7 – Perspectivas VoIP e Novos Cenários

Para as empresas fornecedoras de equipamentos, o padrão adotado pelas operadoras de telefonia convencional, o ATM, é um padrão complexo e de pequeno acesso. Foi adotado por ser considerado como a melhor opção para o momento. Entretanto, o avanço no processo de digitalização e o desenvolvimento do padrão TCP/IP, como um padrão aberto e que permite flexibilidade, o levaram a se transformar em um padrão mais confiável e seguro.

A evolução do TCP/IP garantindo maior capacidade de acesso e interoperabilidade entre *softwares* e equipamentos o levou a se tornar uma solução capaz de reduzir custos. As operadoras, no entanto, ainda estão amortizando os investimentos efetuados para a criação de suas redes em ATM e, por isso, ainda resistem em realizar a transição para o padrão TCP/IP, embora tal transição para as empresas entrevistadas seja inevitável.

Com a evolução do VoIP, a crescente utilização de redes de alta velocidade para acesso à internet, e a transição lenta para novas redes NGN, as operadoras devem realizar adaptações de centrais de comutação já existentes para atender às novas demandas. Para as empresas entrevistadas, os custos da adaptação do sistema oferecido a empresas não é tão elevado, mas a substituição dos equipamentos é a evolução natural, o que deve ocorrer com o início da produção em grande escala, e a conseqüente redução dos custos.

Para as empresas entrevistadas, 2007 foi o ano de estabelecimento do VoIP. Os maiores receios quanto ao serviço, na opinião dos mesmos, foram superados, na medida em que os problemas relatados se devem à configuração das características de rede. Nesse sentido que uma necessidade para o pleno estabelecimento desta tecnologia é a disponibilidade de redes de acesso com grande capacidade e qualidade de transmissão. A oferta de serviços convergentes, como o Triple Play e a própria VoIP, deve convergir com a oferta de serviços de banda larga, com fio ou sem fio.

As perspectivas de disseminação do serviço no Brasil, todavia, passam pela necessidade de adequação das redes, de modo a garantir uma cobertura maior do mercado nacional e também a capacidade de transmissão. É necessário ainda que as grandes operadoras do serviço de telefonia adêquem seus *Backbones* para o novo padrão. O mercado

corporativo, na tentativa constante de redução de custos, em virtude das soluções com custos não tão elevados oferecidas pelas empresas fornecedoras já adotam o VoIP. Na pesquisa realizada pela *Systemax Solutions* (apud TELECOMONLINE, 2007f), com mil e quinhentos profissionais da área de TI em 45 países, se constatou que 43% das firmas já utilizam a tecnologia VoIP ante 17% no ano de 2002.

A disseminação para o varejo ainda depende de muitas variáveis, como o preço dos equipamentos e a necessidade de se adquirir conexão via banda larga para o acesso à internet. O VoIP para o usuário residencial enfrenta um forte concorrente na tentativa de substituir o sistema tradicional de telefonia: o celular, mais barato e com total solução de mobilidade.

O processo de solidificação do VoIP traz novas oportunidades e novos desafios para o setor. O primeiro deles faz referência ao desenvolvimento de tecnologias capazes de cobrir o território nacional, com baixos custos. Neste sentido, o WiMax desponta como principal solução e atrai investimentos de fornecedores e operadoras, com o objetivo de, no médio prazo, as redes de banda larga fixas sejam substituídas por redes de banda larga móveis. O segundo é garantir a qualidade da rede de transmissão de forma a ser possível oferecer serviços convergentes.

5.8 – Síntese Conclusiva

A pesquisa de campo realizada com empresas fornecedoras de equipamentos para telecomunicações demonstrou que a tecnologia VoIP já é uma realidade e atrai investimentos tanto por parte das operadoras de telecomunicações como por parte dos fornecedores no desenvolvimento de soluções mais adequadas.

As empresas focam na produção de soluções relacionadas com o novo padrão tecnológico vigente, antecipando-se inclusive a regulamentação do serviço pela Anatel. Por exemplo, mesmo antes das licitações para o início das operações 3G e WiMax, os fornecedores já desenvolviam e testavam os produtos a serem colocados à disposição no mercado.

A venda de produtos ao mesmo tempo padronizados, mas que se adaptem às necessidades e características do ambiente de rede dos clientes, é uma necessidade de um segmento no qual parte das empresas também passam a migrar para o setor de prestação de serviços, como forma de aumentar o valor agregado.

O segmento analisado inclusive é marcado pela introdução constante de inovações, de produto, processo ou organizacionais. Mesmo as empresas que não possuem fábricas

operando no Brasil também trazem inovações rotineiramente para o país. A dinamicidade é fator característico de um segmento atrelado ao de Informática, em que a evolução ocorre em velocidades elevadas.

Justamente por ser um setor dinâmico, baseado em ciência, e próximo a setores de tecnologia de ponta, o esforço e a necessidade da capacitação da mão-de-obra são um fator constante para todas as empresas. Os programas de treinamento, nas filiais ou na matriz, e a contratação de funcionários com ensino superior e oriundos de outras empresas são de extrema relevância. As empresas apontaram, inclusive, o Departamento de P&D e as universidades como principais fontes de informação para o processo de aprendizado dentro da empresa.

Destaque especial para as mudanças e inovações organizacionais que todas as empresas adotaram como forma de garantir e aumentar a eficiência dos processos. A introdução de tais inovações se deve às fusões/*joint venture* formadas entre grandes empresas do setor, com destaque para a realizada entre Nokia-Siemens e Alcatel-Lucent.

Entre as atividades inovativas realizadas pelas empresas entrevistadas, o destaque fica por conta das atividades de P&D na própria empresa e dos programas de treinamento e gestão implementados entre 2005 e 2007, além de novas formas de comercialização, uma vez que há empresas que não possuem produção no Brasil.

As atividades de cooperação existem e ocorrem principalmente com clientes, universidades e institutos de pesquisa, mediante sempre contratos formais e com instituições localizadas no Brasil. A cooperação com a matriz se refere ao intercâmbio entre funcionários e à utilização dos laboratórios da matriz para a realização de testes. Tais atividades são importantes, na medida em que resultam na melhoria de produtos, processos e capacitação dos funcionários para a maioria das empresas.

As principais áreas eleitas como foco dos investimentos para os próximos anos são aquelas que se relacionam com o novo padrão tecnológico, isto é, com a tecnologia VoIP e com a tecnologia de rede que garanta a convergência de serviços, a NGN. De forma complementar, os investimentos em novas formas de acesso à internet também são alvos de investimentos como modo de garantir a disseminação dos serviços de telefonia IP e da oferta de produtos Triple Play por parte das grandes operadoras de telecomunicações.

Seguindo as perspectivas de investimento futuros, as previsões de receita também apontam para os segmentos de telefonia IP, móvel e acesso móvel à internet como principais fontes. Vários estudos indicam o potencial de crescimento deste segmento, juntamente com a crescente disseminação no mercado corporativo e o potencial mercado residencial mediante a

disseminação do acesso à internet de alta velocidade, que também se coloca como pré-requisito para a utilização da tecnologia VoIP com qualidade.

A evolução dos sistemas digitais reduziu significativamente as possibilidades de manutenção do sistema de telefonia tradicional. A tendência de mercado é a oferta de serviços convergentes, não compatível como modelo convencional de telefonia. A possibilidade de mudanças regulatórias com relação às fusões e aquisições entre empresas do segmento de telecomunicações e de radiodifusão coloca como imprescindível a atualização das redes para a adoção de serviços convergentes, baseados no padrão TCP/IP.

CONCLUSÃO

Desde a invenção do aparelho telefônico por Graham Bell em 1876, o setor de telecomunicações vem apenas ganhando mais espaço na economia. De um simples produto se transformou em uma necessidade, inserido em todos os outros setores da economia, interligando empresas e pessoas, e desde sua invenção já criando novas oportunidades de negócios.

O setor nasceu como um monopólio natural, fosse ele privado ou estatal, e assim permaneceu até o início da década de 80. A relação entre fornecedores de equipamentos e operadoras de telecomunicações era marcada por uma relação vertical e exclusiva, na qual os grandes esforços de P&D estavam concentrados nos grandes laboratórios mantidos pelas operadoras.

O foco do serviço oferecido pelas operadoras era simplesmente o serviço de voz, principalmente o de longa distância nacional e internacional. As operadoras realizavam pesados investimentos com o objetivo de montar a infra-estrutura de rede para garantir a cobertura e manter as receitas.

Entretanto, o desenvolvimento tecnológico, ao mesmo tempo em que cria novas oportunidades, também coloca obstáculos para o desenvolvimento de setores já existentes. Foi o que ocorreu com o desenvolvimento dos processos digitais e, posteriormente, o crescimento da internet. Na medida em que o setor de informática evolui, o mesmo passa a influenciar demasiadamente o setor de telecomunicações, uma vez que processos digitais têm impactos positivos nos controles de qualidade das transmissões de voz e o desenvolvimento de novos *hardware* e *software* também afetam a infra-estrutura do setor.

A mudança de paradigma tecnológico, com a Revolução da Microeletrônica e o crescimento elevado do setor de informática, influenciou positivamente o setor de teles. O processo de digitalização das redes de telefonia e a criação de centrais de comutação digitais não apenas melhoraram o controle e transmissão dos sinais de voz, mas também abriram caminho para uma maior integração entre informática e telecomunicações, que sempre se beneficiava dos desenvolvimentos do primeiro.

Junto ao progresso tecnológico dos anos 80 veio à tona também a onda de liberalização dos mercados, pressionando para que um modelo competitivo fosse adotado em todos os países e colocando em perigo de extinção o modelo já estabelecido baseado em um monopólio e na relação vertical entre seus fornecedores, criando altas barreiras à entrada.

Essa onda liberalizante, consolidada no “Consenso de Washington”, não foi algo restrito aos países centrais, mas amplamente difundida para todos os países, incluindo o Brasil, onde os impactos da imposição destas normas pôde ser sentido no início da década de 90 com o processo de privatização de grandes blocos estatais.

A crescente disseminação da internet e o desenvolvimento de fibras ópticas e novas formas de transporte de informação estimularam a concorrência através da entrada de novos fornecedores no mercado, antes restrito. A necessidade de manutenção dos elevados investimentos, para se manter atualizado em um setor em constante revolução, levou as operadoras a transferirem as atividades de P&D para os fornecedores de equipamentos. Uma das formas das empresas fornecedoras de equipamentos se protegerem, inclusive da entrada de novos concorrentes, foi se aproveitar dos conhecimentos já adquiridos com a experiência anterior, uma vez que uma das características da tecnologia é sua cumulatividade.

A internet que se disseminou, primeiramente, como forma de interligar centros acadêmicos nos EUA para a troca de dados contribuiu com uma inovação que é o ponto principal da atual revolução no setor de telecomunicações: o padrão “*packet switched systems*” ou o padrão de comutação por pacotes. Este padrão permite compactar mensagens, seja de voz, vídeo ou imagem e transmiti-las pela rede como se fosse um dado.

Todo o sistema de telefonia tradicional era baseado na comutação por circuitos, isto é, uma arquitetura de rede totalmente dedicada para os serviços de voz e que, ao garantir a manutenção da qualidade da transmissão de voz, não consegue maximizar a utilização da rede. A rede baseada na comutação de pacotes não cria rotas dedicadas, tratando todos os arquivos, voz, imagem ou dado, da mesma forma e garantindo a eficiência na utilização da rede.

Todavia, foi somente com o desenvolvimento do padrão TCP/IP que o mercado passou a visualizar as oportunidades de aplicação desta nova tecnologia para o setor de telecomunicações. O TCP/IP garante a comunicação entre os computadores e seu sistema de endereçamento, o IP, sendo um dos mais eficientes existentes atualmente. Outra característica que tornou este protocolo padrão mundialmente foi sua flexibilidade e capacidade de se adequar a qualquer máquina e qualquer *software* operacional.

O entrelaçamento com o setor de informática reforça ainda mais a importância do conhecimento para o setor de telecomunicações. Em um cenário de fronteira tecnológica, onde as mudanças se processam em velocidades cada vez maiores, a cumulatividade do conhecimento e as características de apropriabilidade deste mesmo conhecimento e das

tecnologias geradas são de fundamental importância para a manutenção e crescimento da posição da empresa no setor.

Neste novo cenário, novas oportunidades de mercado e novas aplicações para as tecnologias já conhecidas começaram a surgir. A tecnologia VoIP nada mais é do que a transmissão de voz utilizando comutação de pacotes via banda de acesso à internet. A utilização desta tecnologia começou de forma tímida. A idéia já havia se disseminado por meio de programas que possibilitam as conversas entre computadores, como MSN *Messenger* e *Skype*.

A tecnologia VoIP é capaz de oferecer produtos com significativa redução no custo das chamadas. A unificação da rede através do protocolo IP, base da tecnologia VoIP, permite também a unificação de redes, o que contribui para a redução de custos. Com o VoIP, o usuário não está atrelado a uma operadora e pode se conectar e efetuar ligações de qualquer lugar do planeta, desde que esteja conectado a rede internet.

Contudo, o mercado corporativo percebeu, primeiramente, a redução de custos obtida com a utilização deste sistema para interligar as diversas filiais ao redor do mundo. Ao mesmo tempo, provedores virtuais passaram a oferecer a possibilidade de realizar chamadas do computador para telefones convencionais. Tal cenário foi possível devido à expansão dos serviços de banda larga e aos investimentos em infra-estrutura de banda larga e fibra óptica efetuados ao longo do tempo por parte das operadoras de telecomunicações.

O novo paradigma já emergiu e está no caminho de consolidação. Tal consolidação será possível em virtude da elevada penetrabilidade dos serviços oferecidos pelo setor; a redução de custos proporcionada pelo novo padrão também é um fator importante para a solidificação do novo paradigma; a última condição diz respeito ao rápido crescimento da oferta, que já possui tecnologia disponível (fibra óptica, banda larga, redes sem fio), mas não viabilizados até o momento.

Os serviços oferecidos pelas operadoras virtuais encontraram um nicho de mercado capaz de incomodar as grandes operadoras que, se em um primeiro momento relutaram em oferecer o serviço, agora, com a oferta dos serviços entre seus produtos disponibilizados, enfrentam *trade-off*: a expansão do serviço de acesso em alta velocidade a internet, necessário para a utilização do VoIP, contribui ainda mais para a queda da receita de voz das mesmas, que já vem se estagnando nos últimos anos.

A solução encontrada, portanto, foi a oferta de pacotes de serviços, unindo internet, voz e TV por assinatura em uma mesma conta. Entretanto, esta solução esbarra em modificações nas Leis de Telecomunicações, para permitirem a fusão entre empresas

concessionárias e a continuação dos serviços nas respectivas áreas de atuação e a entrada das operadoras de telecomunicações em segmentos correlatos.

Outros mercados abertos pela utilização da comutação por pacotes para o transporte de dados incluem a IPTV (transmissão de sinal de televisão através do acesso banda larga) e a solução de redes móveis sem fio como alternativa para o cabeamento necessário para a instalação da banda larga. O WiMax é a solução preferida pelas operadoras em função da sua capacidade de alcance, o que facilita a cobertura do extenso território nacional.

A análise das empresas fornecedoras de equipamentos apresentam indícios das perspectivas frente ao VoIP para os próximos anos. Entre os principais produtos comercializados por estes fornecedores no ano de 2007, encontram-se, principalmente, PABX IP e roteadores IP, normalmente utilizados pelo mercado corporativo para a adaptação de suas redes para o novo modelo convergente.

Os próprios fornecedores indicam que a tecnologia VoIP e as soluções de redes móveis se constituem nas principais áreas de investimentos e fontes de receitas em detrimento da tradicional telefonia fixa. As questões relacionadas à qualidade do serviço oferecido, na opinião dos mesmos, já foram superadas e os problemas encontrados se devem não a falhas da tecnologia, mas sim a falhas de dimensionamento da rede dos usuários.

É possível pensar na tecnologia VoIP no sentido de destruição criadora de Schumpeter, ao contribuir para a perda de dinamismo do segmento de telefonia fixa e abrir oportunidades para o surgimento de um novo segmento de mercado, mais dinâmico e integrado com as novas soluções disponibilizadas.

Porém, como toda tecnologia em desenvolvimento, seu marco regulatório ainda não foi definido, devido ao entendimento por parte da Anatel da baixa participação do VoIP no mercado de telefonia no momento. Na medida em que o mercado existir, a regulamentação se coloca como necessária de modo a não causar impactos negativos para os consumidores, por um lado, e, por outro, não permitir o desestímulo de novos avanços para a melhoria da tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.F.; ABREU, A.F. **Inteligência empresarial, gestão do conhecimento e o papel da tecnologia da informação** – caderno de exercícios. Editora IGTI, 2003.

ABINEE. **Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica**. Disponível em: www.abinee.org.br. Acessado em: julho de 2007.

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. **Da revolução verde à transgênia**: Ruptura e continuidade de paradigmas tecnológicos. Textos – PET Economia – UFPR, 2003.

ANATEL. **Agência Nacional de Telecomunicações**. Disponível em: www.anatel.gov.br.

BERNAL FILHO, H. **Telefonia IP**. Tutoriais Teleco. Disponível em: www.teleco.com.br. 2003.

BLACKLER, F. *Knowledge, knowledge work and organizations: an overview and interpretation*. Organization Studies, 16(6) 1021-1046, 1995.

BNDES. **As telecomunicações no Brasil**. In: Cadernos de infra-estrutura nº 14^a, junho. 2000.

BOYLAUD, O; NICOLETTI, G. *Regulation, market structure and performance in telecommunications*. In: OECD Economic Studies, n.32. 2000. Disponível em: <http://www.telecomvisions.com/articles>.

BRAGANÇA, G.G.F. **A Remuneração de redes nas telecomunicações e a nova orientação a custos**: avaliação e perspectivas para a telefonia fixa brasileira. Texto para discussão nº1104 – IPEA, Rio de Janeiro, 2005.

BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. *Technological regimes and schumpeterian patterns of innovation*. In: *The Economic Journal*, 110 (April), 388-410, 2000.

BRITTO, J. **Características Estruturais dos Clusters Industriais na Economia Brasileira**. Projeto de Pesquisa: Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico. Nota Técnica nº29/00, Rio de Janeiro, 2000.

CAMPANÁRIO, M.A.; SILVA, M.M. **Regulação pública e desafios tecnológicos e organizações do setor de telecomunicações**. Observatório de Tecnologia e Inovação. Apresentação. Disponível em: <http://www.oti.ipt.br/telecom/Telecomunicacoes-desafios.pdf>. 2004.

CARR, N.G. *IT doesn't matter*. In: Harvard Business Review. Harvard Business Press, 2003.

CÁRIO, S. A. F.; PEREIRA, F. F. C. **Inovação e desenvolvimento capitalista**: contribuições de Schumpeter e dos neo-schumpeterianos para uma teoria econômica dinâmica. Revista de Ciências Humanas Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma/SC: UNESC, v.07, n.01, p.81-102, 2002.

CARVALHO, A. **O que é GPRS – General Packet Radio Service?** Tradução de: What is GPRS? Versão original disponível em: <http://www.mobilegprs.com/whatis.htm>. Versão traduzida disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/alancarvalho/gprs.html>. 2007.

COLCHER, S. [et al]. **VoIP: Voz sobre IP**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

COLLINS, H.M. *The structure of knowledge*. Social Research, 60 (Spring), 95-116, 1993.

CORREIA, D. **VoIP – Voz sobre IP**. Seminários NEO Empresarial. Disponível em: <http://www.neo.ufsc.br/NEO/Seminarios/6069/6069.pdf>. 2005.

CPQD. **WiMax é a aposta do mercado para internet sem fio**. Notícias. Edição de 21/08/2006. 2006.

DAVENPORT, T.H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DOMINGOS, R.C.; ANUATTI NETO, F. **Resultados preliminares da política de universalização dos serviços de telefonia**. Conferência promovida pela *Iberoamerican Academy of Management*, São Paulo, 2003. Acessível em: HTTP://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0270_universtelecomFGV.pdf.

DOSI, G. **Mudança técnica e Transformação Industrial**. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.

DOSI, G. *Technological Paradigms and Technological Trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. **Research Policy**, vol. 11, n. 3, 1982.

DOSI, G. *The nature of the innovative process*. In: DOSI, G. et all (ed). *Technical change and economic theory*. London: MERIT, 1988, p.221-238.

ECCIB. **Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil – Cadeias Teleequipamentos**. Unicamp, 2002.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Embratel é mais do que longa distância**. Jornal. 25/10/2004. 2004.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Tecnologia IP muda os rumos da TV digital**. Edição de 13/06/2004. 2004b.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Teles oferecem entretenimento para compensar perdas com voz**. Edição de 26/06/2005. 2005.

ESTADO DE SÃO PAULO. **À espera da morte do telefone fixo**. Edição de 30/10/2005. 2005b.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Telefone está com os dias contados**. Edição de 07/02/2005. 2005c.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Com Telmex, Net acelera expansão**. Edição de 02/11/2006. 2006.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Celular com banda larga chega em 2008**. Edição de 21/10/2007. 2007.

ESTEVEZ, E.; SWART, H. **CDMA2000 1xEV-DO: Tecnologia, Serviços e Mercado**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2004.

EXAME. **A promessa que virou realidade**. Disponível em: www.portalexame.com.br. 21/09/2005. 2005.

FERRARI, A.M. **Telecomunicações: Evolução & Revolução**. São Paulo: Érica, 1991.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Teles querem nova lei para ligações via web.** Edição de 31/10/2004. 2004.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ligação via internet tira peso de teles no PIB.** Edição de 02/09/2005. 2005.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Após resistir, teles aderem as chamadas via internet.** Edição de 18/09/2005. 2005b.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Telefone via internet se expande cria bolha.** Edição de 22/01/2006. 2006.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Teles acham que podem reverter perdas com o uso de padrão japonês.** Edição de 10/03/2006. 2006b.

FORBES. **Gigantes à procura de resultado.** Disponível em: <http://forbesbrasil.uol.com.br/edicoes/134/artigo21094-1.asp?o=r>. Acessado em: 14 de abril de 2007.

FRANSMAN, M. *Information, Knowledge, Vision and theories of the firm.* In: Industrial and Corporate Change, Vol.3, N.5, 1994.

FRANSMAN, M. *Evolution of the telecommunications industry into the internet age.* Disponível em: <http://www.telecomvisions.com/articles/pdf/FransmanTelecomsHistory.pdf>. 2002.

FREEMAN, C. *The economics of industrial innovation.* Penguin: Harmondsworth, 1974.

FREEMAN, C.; SOETE, L. *Information technology and employment: an assessment.* Bruxelas: IBM, 1985

FREEMAN, C.; PEREZ, C. *Structural crises of adjustmet: business cycles and investment behaviour.* In: Dosi, G. et all. *Technical change and economic theory.* Londres: Pinter Publishers, 1988.

FREITAS, I.V.B. **Estratégias para o desenvolvimento das tecnologias da Informação e Comunicação e Componentes Eletrônicos.** In: ABINEE TEC, 2007.

GAFFARD, J.L; KRAFFT, J. *Telecommunications: understanding the dynamics of the organization of the industry*. Disponível em: <http://www.telecomvisions.com/articles/pdf/jackie.pdf>. 2000.

GALVÃO, A. P. **A informação como commodity**: mensurando o setor de informações em uma nova economia. In: Revista Ciência da Informação, v. 28, n.1, 1999. Disponível em: <http://www.ibict.br/cionline/viewarticle.php?id=365>. 1999.

GAZETA MERCANTIL. **As novas tecnologias que perturbam as operadoras**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 27/10/2004. 2004.

GAZETA MERCANTIL. **Telefônica anuncia a aquisição da Atrium por R\$ 113.4 milhões**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 28/12/2004. 2004b.

GAZETA MERCANTIL. **Venda da TIM reduz competição local**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 08/11/2006. 2006.

GAZETA MERCANTIL. **Banda larga estimula oferta de serviços das operadoras**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 26/07/2006. 2006b.

GAZETA MERCANTIL. **Telmex reforça estratégia do triple play**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 02/05/2007. 2007.

GAZETA MERCANTIL. **Operadoras VoIP exibem primeiros balanços no Brasil**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 23, 24 e 25 de março de 2007. 2007b.

GAZETA MERCANTIL. **Oi-BrT e Telefônica-TIM compõem cenário hipotético**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 8 de maio de 2007. 2007c.

IDG NOW. **Investimentos em Telecom vão ultrapassar R\$ 13.5 bilhões em 2008**. Disponível em: <http://idgnow.uol.com.br/telecom/2008/01/08/idgnoticia.2008-01-08.1184949999>. 2008.

IGLIORI, D. C. **Economia dos clusters industriais e desenvolvimento**. Tese de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

INTEL. INTEL. Disponível em: www.intel.com.br. Acessado em: julho de 2007.

INSTITUTO INOVAÇÃO. **Tecnologia da Informação: Oportunidade de negócios digitais.** Disponível em: www.institutoinovacao.com.br/downloads/inovacao_ti.pdf. 2006.

ITU. *Internation Telecommunication Union*. 2007. Disponível em: www.itu.int

ITWEB. **Comunicação unificada atingirá US\$ 24 bilhões em 2012, segundo pesquisa.** Notícia de 15/01/2008. Disponível em: WWW.itweb.com.br. 2008.

ITWEB. **GVT compra empresa para ingressar em novos mercados.** Notícia de 13/12/2007. Disponível em: www.itweb.com.br. 2007.

JOHNSON, B.; LUNDVALL, B.A. Promovendo sistemas de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada. In: LASTRES, H.M.M.; CASSIOLATO, J.E; ARROIO, A. (Ed) **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Ed. Da UFRJ e Contraponto, 2005.

KUPFER, D. **Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial.** In: Ensaios FEE. Ano 17, n.1. 1996.

KUPFER, D. **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil.** Rio de Janeiro: Elviesier, 2002.

LAM, A. **Tacit knowledge, Organisational Learning and Innovation: a societal perspective.** In: DRUID, 1998.

LARANGEIRA, S.M.G. **Reestruturação em bancos e telecomunicações no Brasil: excluídos e beneficiados.** In: Trabajo, género y ciudadanía en los países del Cono Sur, Montevideo, Cinterfor. Disponível em: http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/gen_sur/pdf/larang.pdf. 1998.

LASTRES, H. M. M.; FERRAZ, J. C. Economia da informação, do conhecimento e do aprendizado. In: Lastres, H. M. M.; Albagi, S. (orgs.) **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 27-57.

LAURINDO, F. J. B. **Estudo sobre o impacto da estruturação da tecnologia da informação e administração das empresas.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politecnica, Universidade de São Paulo, 1995.

LEMOS, C. Inovação da era do conhecimento. In: Lastres, H. M. M.; Albagi, S. (Orgs) **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro, 1999. Reproduzido em Revista Parcerias Estratégicas. Brasília, Centro de Estudos Estratégicos, n.8, p. 157-79, maio de 2000.

LUNDVALL, B.A. *One knowledge base or many knowledge pools?* In: DRUID. 2006.

LUNDVALL, B.A. *Knowledge Management in the Learning Economy*. In: DRUID, 2006b.

MALERBA, F. *Learning by firms and incremental technical change*. In: The Economic Journal, 1992.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. *Technological Regimes and Firm Behavior*. In: Industrial and Corporate Change, v.2, n.1, 1993.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. *Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities*. In: Industrial and Corporate Change, v.6, n.1, 1997.

MAURICIO, C. VoIP/ToIP. **Avlis Redes e Sistemas**. Disponível em: http://www.seprotrj.org.br/RioInfo2007_material/Tec_Emergentes/CLAUDIO_MAURO.pdf. 2007.

MENDONÇA, F. M. **Mais voz no computador**. In: <http://convergenciadigital.com.br>. Acessado em: outubro de 2006.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Processo Produtivo Básico – PPB**. Disponível em: www.desenvolvimento.gov.br. Acessado em: 31/01/2008. 2008.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Ministério publica PPB para celulares de última geração**. Notícia de 30/01/2008. Disponível em: WWW.desenvolvimento.gov.br. Acessado em: 31/01/2008. 2008b.

MONTEIRO, E. **O CDMA morreu ou não?** In: <http://www.forumpcs.com.br/coluna.php?b=216532>. Artigo publicado em: ago/2007. Acessado em: outubro, 2007.

NELSON, R. **As fontes do crescimento Econômico**. Unicamp, 2006.

NELSON, R; WINTER, S.G. *An evolutionary theory of economic change*. Estados Unidos: Harvard U. P, 1982.

NELSON, R; WINTER, S. **Uma teoria evolucionaria da mudança econômica**. Unicamp, 2006.

NEVES, M.S. O setor de Telecomunicações. In: BNDES, 50 anos: histórias setoriais. Rio de Janeiro: DBA, 2002.

NOVAES, A. **Privatização do setor de telecomunicações no Brasil**. In: Privatização no Brasil – o caso dos serviços de utilidade pública. Rio de Janeiro: BNDES, 2000.

NONAKA, I. *A dynamic theory of organizational knowledge creation*. *Organization Science*, 1994.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. São Paulo: Campus, 1997.

OCDE. *OECD Information Technology Outlook*. 2004. Disponível em: www.oecd.org.

OCDE. *OECD Information Technology Outlook*. 2006. Disponível em: www.oecd.org.

OCDE. *OECD Communications Outlook 2007*. 2007. Disponível em: www.oecd.org.

OLIVEIRA, R.C.; LOURAL, C.A. **Impacto da introdução da tecnologia de voz sobre IP no desempenho de operadoras tradicionais**: uma simulação de cenários. Cadernos CPqD Tecnologia, v.1, n.1, jan/dez, 2005.

PAVITT, K. *Sectors Patterns of Technical Change: Toward a Taxonomy and Theory*. *Research Policy*, n.13, PP. 343-373, 1984.

PEIXOTO, R.C. **Infomativo Jurídico: Voz sobre IP – Regulação a caminho**. Boletim Informativo Digital nº 5, 2004.

PINHEIRO, P.R.G. **Cielos Evolutivos das Telecomunicações**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2007.

PIRES, J.C.L. **A reestruturação do setor de telecomunicações no Brasil**. In: Revista do BNDES, n.6, 1999.

POSSAS, M.L.; PONDÉ, J.L.; FAGUNDES, J. **Regulação da Concorrência nos setores de infra-estrutura no Brasil**: elementos para um quadro conceitual. In: Textos para download – UFRJ. 1997.

POSSAS, M.L. **Dinâmica da Economia Capitalista**: abordagem teórica. São Paulo: Brasiliense, 1987.

PROMON. **Voz sobre IP**: A revolução na Telefonia. 2006.

QUADROS, A.; SCHMID, U. **UMTS – Universal Mobile Telecommunication System**. s/d. Arquivo disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/~rezende/cursos/eel879/trabalhos/umts/index.html>.

RIBEIRO NETO, J.A. **Fundamentos de Redes**. Apostila Sistema de Ensino People. 2005.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta**: Tecnologia e Economia. Campinas: Unicamp, 2006.

SÁ, C. **Os novos destinos do VoIP**. In: <http://convergenciadigital.com.br>. Acessado em: outubro de 2006.

SANCHEZ, R. **“Tacit knowledge” versus “Explicit knowledge”**: approaches to knowledge management practice. In: DRUID, 2000.

SANCHEZ, W.P.; BERNAL FILHO, H. **NGN**. Tutoriais Teleco. Disponível em: www.teleco.com.br.

SBRAGIA, R; GALINA, S.V.R. (Ed). **Gestão da Inovação no Setor de Telecomunicações**. PGT/USP, 2004.

SBRAGIA,R; GALINA, S.V.R; CAMPANARIO, M.A; SILVA, M.M. Panorama setorial em telecomunicações. In: SBRAGIA, R; GALINA, S.V.R. (Ed). **Gestão da Inovação no Setor de Telecomunicações**. PGT/USP, 2004.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

SCHWEITZER, C.M. **Informações de desempenho e acordos de nível de serviço para redes de transporte PDH e SDH**. Dissertação, CEFET/PR. 1999. Disponível em: <http://www.lrg.ufsc.br/ine6404/dissertacao.pdf>.

SOARES, M. D. **EDGE**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2003.

SOUZA, J.L.; TUDE, E. **Telefonia Celular no Brasil**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2007.

TAKAHASHI, T. (Org). **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília: MCT, 203p. 2000.

TAVARES, P.V.; KRETZER, J.; MEDEIROS, N. **Economia Neoschumpeteriana**: expoentes evolucionários e desafios endógenos da indústria brasileira. Revista: Economia Ensaios, vol 19, n.3, dez/2005.

TEECE, D.J. *Capturing value form knowledge assets: the new economy, markets for know-how, and intangible assets*. In: California Management Review, Vol 40, n.3, 1998.

TEIXEIRA, R. A.; TOYOSHIMA, S.H. **Evolução das Telecomunicações no Brasil, 1950-2001**: o caso da telefonia. In: Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 34, n.1, jan-mar. 2003, p. 150-178.

TELEBRÁS. **Telecomunicações no Brasil**. Brasília, 1997.

TELEBRASIL. **O desempenho do Setor de Telecomunicações no Brasil**: Séries Temporais – 3T07. 2007.

TELECO. **Site – Informação em Telecomunicações**. In: <http://www.teleco.com.br>. Acessado em: abril de 2007.

TELECOM. **Estudos do setor de Telecomunicações**. In: www.serieestudos.com.br. Versão 2006.

TELECOM. **Estudos do setor de Telecomunicações**. In: www.serieestudos.com.br. Versão 2007.

TELECOMONLINE. **Wi-max: é hora de fazer as contas.** Notícias. Edição de 06/01/2007. 2007.

TELECOMONLINE. **Oi testa IPTV em dezembro para lançar serviço no primeiro tri de 2008.** Notícias. Edição de 03/10/2007. 2007b.

TELECOMONLINE. **Telefônica só terá capacidade de oferta ampla de IPTV em 2008.** Notícias. Edição de 01/10/2007. 2007c.

TELECOMONLINE. **Mercado de redes de VoIP e IMS cresceu 32% em 2006.** Notícia. Edição de 22/02/2007. 2007d.

TELECOMONLINE. **A Alcatel-Lucent está pronta para a terceira geração.** Notícia. Edição de 22/08/2007. 2007e.

TELECOMONLINE. **Utilização do VoIP cresceu 152% nos últimos quatro anos.** Notícia. Edição de 13/04/2007. 2007f.

TELECOMONLINE. **Nokia Siemens avança na integração, sem perder o foco no mercado.** Notícia. Edição de 09/01/2008. 2008.

TELETIME. **Edição Especial TECNOLOGIA.** 2004

TELETIME. **Tática de Sobrevivência.** Ano 10, Nº103, Setembro, 2007.

TELETIME. **Um fio de Voz.** Ano 10, Nº 100, Junho, 2007b.

THE ECONOMIST, 2003. **Coming of age: a survey of the IT industry.** London, v.367, n.8323, Maio de 2003.

TUDE, E. **ADSL.** Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2002.

TUDE, E. **AMPS/TDMA (IS-136).** Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2003.

TUDE, E. **GSM – Global System for Mobile Communication.** Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2003a.

TUDE, E. **CDMA (IS-95)**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2003b.

TUDE, E. **GPRS**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2003c.

TUDE, E. **HSDPA: A banda larga do UMTS (WCDMA)**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2005.

TUDE, E. **VoIP é o futuro da telefonia**. In: <http://www.convergenciadigital.com.br>. Acessado em: outubro de 2006.

TUDE, E.; SOUZA, J.L. **Telefonia Fixa no Brasil**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2004.

VALLE, B. M. **Tecnologia da informação no contexto organizacional**. In: Revista Ciência da Informação, vol. 25, n.1, 1996.

VALOR ECONÔMICO. **Embratel integra voz e banda larga**. Edição de 13/07/2004. 2004.

VALOR ECONÔMICO. **Telefone via Internet atrai grandes empresas no país**. Edição de 18/05/2005. 2005.

VALOR ECONÔMICO. **Telefonia pela internet chega ao varejo**. Edição de 19/09/2005. 2005b.

VALOR ECONÔMICO. **Operadores apostam em pacotes com tarifa única**. Edição de 16/09/2005. 2005c.

VALOR ECONÔMICO. **Anatel aprova operação entre Globopar e Telmex**. Edição de 16/03/2006. 2006.

VALOR ECONÔMICO. **Brasil Telecom planeja investimento em rede convergente**. Edição de 27/09/2006. 2006b.

VALOR ECONÔMICO. **Telefônica redefine o jogo no Brasil ao comprar fatia na Telecom Itália**. Edição de 30/04/2007. 2007.

WOHLERS, M. **Investimento e privatização das telecomunicações no Brasil**: dois vetores da mesma estratégia. 1998. Disponível em: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/4960/capv.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRÇÃO: ECONOMIA INDUSTRIAL

A – IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

1 – Razão Social: _____

2 – Segmento de atividade principal: _____

3 - Principais produtos comercializados em 2007:

A – _____

B – _____

C – _____

D – _____

4 - Qual o destino da produção da empresa (em % do faturamento)?

Mercados	1995	2000	2005	2006	Set/07
Mercado local					
Mercado nacional					
Mercosul					
Mercado Externo					
TOTAL					

5 - Quais as principais matérias primas utilizadas na produção?

A - _____

B - _____

C - _____

D - _____

6 - Qual a procedência das matérias primas utilizadas (Assinale com X)?

Mercados	1995	2000	2005	2006	Set/07
Mercado local					
Mercado nacional					
Mercosul					
Mercado Externo					
TOTAL					

7 - Quais matérias primas compram localmente (Brasil)? Por quê?

A - _____

B - _____

C - _____

D - _____

8 - Quais os principais concorrentes da empresa?

Nome concorrente	Produto Concorrente	Localização dos Concorrentes			
		Local	Nacional	Mercosul	Externo

9 - Algumas das vantagens abaixo são oferecidas aos compradores? Assinale em ordem de importância: onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa

Vantagens	Grau de Importância			
Assistência Técnica	(0)	(1)	(2)	(3)
Qualidade dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Financiamento próprio	(0)	(1)	(2)	(3)
Adequação a solicitação do cliente	(0)	(1)	(2)	(3)
Vantagens no preço	(0)	(1)	(2)	(3)
Cumprimento de prazo de entrega	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros. Especifique:	(0)	(1)	(2)	(3)

10 - A empresa terceiriza serviços ou etapas do processo produtivo? Em caso afirmativo, cite as atividades terceirizadas.

Etapas do processo produtivo	Serviços
1	1
2	2
3	3
4	4

11 - Características das relações de terceirização:

Especificação	Características dos contratos	
Tipo de contrato	() contrato informal	() contrato escrito
Prazo do contrato	() por tempo indeterminado	() por operação/lote produtos
Exclusividade dos terceiros	() atende apenas a firma	() atende outras firmas
Capacitação tecnológica dos terceiros	() igual ou superior a firma	() inferior a firma
Treinamento do pessoal pela firma	() treina terceiros	() não treina terceiros
Cessão de equipamentos para terceiros	() há cessão de equipamentos	() não há cessão de equiptos.
Outros		

12 - A empresa tem projetos de investimentos (Assinale com X)?

Projeto	Sim	Não
Expansão da produção através da compra de plantas já existentes		
Implantação de novas fábricas		
Modernização da planta já existente		

Reposição de equipamentos		
Adaptações nas plantas produtivas para promover alterações na composição da produção		
Melhorias na qualidade do produto		
Em P&D		
Compra de tecnologia no exterior		
Formação de recursos humanos		
Controle ambiental		
Organização/administração		
Diversificação de produtos em plantas já existentes		
Outros. Especificar:		

13 - Quais são as principais fontes de financiamento? Assinale em ordem de importância: onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa

Vantagens	Grau de Importância			
Recursos próprios	(0)	(1)	(2)	(3)
Bancos oficiais	(0)	(1)	(2)	(3)
Bancos privados	(0)	(1)	(2)	(3)
Recursos externos	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros. Especificar	(0)	(1)	(2)	(3)
	(0)	(1)	(2)	(3)
	(0)	(1)	(2)	(3)
	(0)	(1)	(2)	(3)

INOVAÇÃO, COOPERAÇÃO E APRENDIZADO

BOX 1

Um **novo produto (bem ou serviço industrial)** é um produto que é novo para a sua empresa ou para o mercado e cujas características tecnológicas ou uso previsto diferem significativamente de todos os produtos que sua empresa já produziu.

Uma **significativa melhoria tecnológica de produto (bem ou serviço industrial)** refere-se a um produto previamente existente cuja performance foi substancialmente aumentada. Um produto complexo que consiste de um número de componentes ou subsistemas integrados pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais de um dos componentes ou subsistemas. Mudanças que são puramente estéticas ou de estilo não devem ser consideradas.

Novos processos de produção são processos que são novos para a sua empresa ou para o setor. Eles envolvem a introdução de novos métodos, procedimentos, sistemas, máquinas ou equipamentos que diferem substancialmente daqueles previamente utilizados por sua firma.

Significativas melhorias dos processos de produção envolvem importantes mudanças tecnológicas parciais em processos previamente adotados. Pequenas ou rotineiras mudanças nos processos existentes não devem ser considerados.

14 - Qual a ação da sua empresa no triênio 2005-2007, quanto a introdução de inovações? Informe as principais características conforme listado abaixo. (Observe no Box 1 os conceitos

de produtos/processos novos ou produtos/processos significativamente melhorados de forma a auxiliá-lo na identificação do tipo de inovação introduzida).

Descrição	1.Sim	2.Não
Inovações de Produto		
Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?		
Produto novo para o mercado nacional?		
Produto novo para o mercado internacional?		
Inovações de processo		
Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor?		
Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?		
Realização de mudanças organizacionais (Inovações Organizacionais)		
Implementação de técnicas avançadas de gestão?		
Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?		
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização?		
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing?		
Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISSO 9000, ISSO 14000)?		

15 - Se sua empresa introduziu algum produto novo ou significativamente melhorado durante os últimos anos, 2005 a 2007, favor assinalar a participação destes produtos nas vendas em 2007, de acordo com os seguintes intervalos: (1) equivale de 1% a 5%; (2) de 6% a 15%; (3) de 16% a 25%; (4) de 26% a 50%; (5) de 51% a 75% e (6) de 76% a 100%.

Descrição	Intervalos						
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vendas internas em 2007 de novos produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2005 e 2007	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vendas internas em 2007 de significativos aperfeiçoamentos de produtos (bens e serviços) introduzidos entre 2005 e 2007	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exportações em 2007 de novos produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2005 e 2007	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exportações em 2007 de significativos aperfeiçoamentos de produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2005 e 2007.	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

16 - Que tipo de atividade inovativa sua empresa desenvolveu no ano de 2007? Indique a constância dedicado a atividade assinalando (0) se não desenvolveu; (1) se desenvolveu ocasionalmente; e (2) se desenvolveu rotineiramente. (Observe no Box 2 a descrição do tipo de atividade).

Descrição	Grau Constância		
	(0)	(1)	(2)
P&D na sua empresa	(0)	(1)	(2)
Aquisição externa de P&D	(0)	(1)	(2)
Aquisição de máquinas e equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos	(0)	(1)	(2)
Aquisição de outras tecnologias (softwares, licenças ou acordos de transferência de tecnologias tais como patentes, marcas, segredos industriais)	(0)	(1)	(2)
Projeto industrial ou desenho industrial associados a produtos/processos	(0)	(1)	(2)

tecnologicamente novos ou significativamente melhorados			
Programa de treinamento orientado a introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	(0)	(1)	(2)
Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: qualidade total, reengenharia de processos administrativos, desverticalização do processo produtivo, métodos de “Just in time”.	(0)	(1)	(2)
Novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados	(0)	(1)	(2)

Informe os gastos despendidos para desenvolver as atividades de inovação:

17 - Gastos com atividades inovativas sobre faturamento em 2007.....%

18 - Gastos com P&D sobre faturamento em 2007.....%

19 - Fontes de financiamento para as atividades inovativas (em %):

Próprias.....%

De terceiros.....%

Privado.....%

20 - Qual a evolução dos gastos em P&D na empresa?

	menores	Iguais	maiores
Gastos atuais em comparação com os gastos de 1995			
Gastos atuais em comparação com os gastos de 2000			
Gastos atuais em comparação com os gastos de 2005			
Gastos futuros (próximos 5 anos) em comparação com os gastos atuais			

BOX 2

Atividades inovativas são todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de produtos ou processos novos ou melhorados, podendo incluir: **pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos; desenho e reengenharia; aquisição de tecnologia incorporadas ao capital** (máquinas e equipamentos) e **não incorporadas ao capital** (patentes, licenças, know-how, marcas de fábrica, serviços computacionais ou técnico - científico) relacionadas a implementação de inovações; **modernização organizacional** (orientadas para reduzir o tempo de produção, modificações no desenho da linha de produção e melhora na sua organização física, desverticalização, Just in time, círculos de qualidade, qualidade total, etc.); **comercialização** (atividades relacionadas ao lançamento de novos produtos ou melhorados, incluindo a pesquisa de mercado, gastos em publicidade, métodos de entrega, etc); **capacitação**, que se refere ao treinamento de mão de obra relacionado com as atividades inovativas da empresa.

Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) – compreende o trabalho criativo que aumenta o estoque de conhecimento, o uso do conhecimento objetivando novas aplicações, inclui a construção, desenho e teste de protótipos.

Projeto industrial e desenho – planos gráficos orientados pra definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias para a introdução de inovações e modificações de produto ou processos necessários para o início da produção.

21 - Sua empresa efetuou atividades de treinamento e capacitação de recursos humanos durante os últimos três anos, 2005 a 2007? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Treinamento na empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Treinamento fora da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Estágios em empresas fornecedoras ou clientes	(0)	(1)	(2)	(3)

Estágios em empresas do grupo	(0)	(1)	(2)	(3)
Absorção de profissionais de outras empresas	(0)	(1)	(2)	(3)
Absorção de formandos – curso superior	(0)	(1)	(2)	(3)
Absorção de formandos – curso técnico	(0)	(1)	(2)	(3)

BOX 3

Na literatura econômica, o conceito de aprendizado está associado a um processo cumulativo através do qual as firmas ampliam seus conhecimentos, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver, produzir e comercializar bens e serviços. As varias formas de aprendizado se dão:

Fontes internas a empresa, incluindo: aprendizado com experiência propria no processo de produção, comercialização e uso; na busca de novas soluções técnicas nas unidades de pesquisa e desenvolvimento;

Fontes externas, incluindo: a interação com fornecedores, concorrentes, clientes, usuários, consultores, sócios, universidades, institutos de pesquisa, prestadores de serviços tecnológicos, agencias e laboratórios governamentais, organismos de apoio, entre outros.

22 - Quais dos seguintes itens desempenharam um papel importante como fonte de informação para o aprendizado, durante os últimos três anos, de 2005 a 2007? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para sua empresa. (Observe no Box 3 os conceitos sobre formas de aprendizado).

Descrição	Grau de Importância			
Fontes Internas				
Departamento de P&D	(0)	(1)	(2)	(3)
Área de produção	(0)	(1)	(2)	(3)
Área de vendas e marketing, serviços de atendimento ao cliente	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros (especifique)	(0)	(1)	(2)	(3)
Fontes externas				
Outras empresas dentro do grupo	(0)	(1)	(2)	(3)
Empresas associadas (joint venture)	(0)	(1)	(2)	(3)
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais)	(0)	(1)	(2)	(3)
Clientes	(0)	(1)	(2)	(3)
Concorrentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras empresas do setor	(0)	(1)	(2)	(3)
Empresas de consultoria	(0)	(1)	(2)	(3)
Universidades e Outros institutos de pesquisa				
Universidades	(0)	(1)	(2)	(3)
Instituto de Pesquisa	(0)	(1)	(2)	(3)
Centros de capacitação, profissional, de assistência técnica e de manutenção	(0)	(1)	(2)	(3)
Instituição de testes, ensaios e certificações	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras fontes de informação				
Licenças, patentes e Know-how	(0)	(1)	(2)	(3)
Conferências, seminários, cursos e publicações especializadas	(0)	(1)	(2)	(3)
Feiras, exposições e lojas	(0)	(1)	(2)	(3)
Encontros de lazer (clubes, restaurantes)	(0)	(1)	(2)	(3)
Associações empresariais	(0)	(1)	(2)	(3)
Informações de rede baseadas na internet	(0)	(1)	(2)	(3)

BOX 4

O significado genérico de cooperação é o de trabalhar em comum, envolvendo relações de confiança mútua e coordenação, em níveis diferenciados, entre os agentes. A cooperação pode ocorrer por meio de:

Intercâmbio sistemático de informações produtivas, tecnológicas e mercadológicas (com clientes, fornecedores, concorrentes e outros).

Interação com vários tipos, envolvendo empresas e outras instituições, por meio de programas comuns de treinamento, realização de eventos/feiras, cursos e seminários, entre outros.

Integração de competências, por meio da realização de projetos conjuntos, incluindo desde melhoria de produtos e processos até pesquisa e desenvolvimento propriamente dita, entre empresas e destas com outras instituições.

23 - Durante os últimos três anos, 2005 a 2007, sua empresa esteve envolvida em atividades cooperativas, formais ou informais, com outra(s) empresa ou organização? (observe Box 4 o conceito de cooperação).

() Sim () Não

24 - Em caso afirmativo, quais dos seguintes agentes desempenharam papel importante como parceiros, durante os últimos anos, 2005 a 2007? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa. Indicar a formalização utilizando 1 para formal e 2 para informal. Quanto a localização utilizar 1 quando localizado no Estado, 2 no Brasil e 4 no exterior.

Agentes	Importância				Formalização		Localização		
Empresas									
Outras empresas dentro do grupo	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Empresas associadas (joint venture)	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, componentes e softwares)	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Clientes	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Concorrentes	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Outras empresas dos setor	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Empresas de consultoria	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Universidades e Institutos de Pesquisa									
Universidades	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Institutos de pesquisa	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Instituições de testes, ensaios e certificações	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Outros agentes									
Representação	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Entidades Sindicatos	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Órgãos de apoio e promoção	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Agentes financeiros	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)

25 - As relações comerciais com clientes locais caracterizam-se por, (assinale em ordem de importância: onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa).

Características	Grau de Importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Venda de produtos padronizados	(0)	(1)	(2)	(3)
Venda de produtos desenvolvidos para empresas locais	(0)	(1)	(2)	(3)
Existência de processos produtivos dedicados a empresas locais	(0)	(1)	(2)	(3)
Apoio a clientes no desenvolvimento de seus produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Aliança para desenvolvimento de tecnologia	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros. Especifique:	(0)	(1)	(2)	(3)

26 - No caso de a empresa ser filial de empresa estrangeira, informe o tipo de cooperação existente, assinalando em ordem de importância: onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Tipo de cooperação com a matriz	Grau de Importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Presença de funcionários da matriz na empresa para treinamento e assistência técnica	(0)	(1)	(2)	(3)
Ida de técnicos da empresa para treinamento na matriz	(0)	(1)	(2)	(3)
Realização de ensaios nos laboratórios da matriz	(0)	(1)	(2)	(3)
Treinamento/consultas via rede	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros. Especifique:	(0)	(1)	(2)	(3)

27 - Caso a empresa já tenha participado de alguma forma de cooperação com agentes locais, como avalia os resultados das ações conjuntas já realizadas. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria na qualidade dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de novos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nos processos produtivos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nas condições de fornecimento dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação de recursos humanos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nas condições de comercialização	(0)	(1)	(2)	(3)
Introdução de inovações organizacionais	(0)	(1)	(2)	(3)
Novas oportunidades de negócios	(0)	(1)	(2)	(3)
Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior inserção da empresa no mercado externo	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros: especificar	(0)	(1)	(2)	(3)

28 - Como resultado dos processos de treinamento e aprendizagem, formais e informais, acima discutidos, como melhoraram as capacitações da empresa. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Melhor utilização de técnicas produtivas, equipamentos, insumos e componentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior capacitação para realização de modificações e melhorias em produtos e processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação para desenvolver novos produtos e processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior conhecimento sobre as características dos mercados de atuação da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação administrativa	(0)	(1)	(2)	(3)

NOVOS PRODUTOS

29 - Expectativa de investimentos para os próximos anos, sendo (0) sem investimento, (1) baixa, (2) média e (3) elevada.

Descrição	Indicador			
Aparelhos Telefonia fixa	(0)	(1)	(2)	(3)
Aparelhos Telefonia móvel	(0)	(1)	(2)	(3)
Aparelhos Telefonia IP	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos 3G/wireless	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos transmissão	(0)	(1)	(2)	(3)
ERBs	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos para redes	(0)	(1)	(2)	(3)
Serviços	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros: Especificar	(0)	(1)	(2)	(3)

30 - Expectativa de fonte de receita para os próximos anos. . Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Equipamentos Telefonia Fixa	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos Telefonia Móvel	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos Wireless/3G	(0)	(1)	(2)	(3)
Equipamentos para redes	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros (especificar)	(0)	(1)	(2)	(3)

31 - Como a empresa classifica as oportunidades abertas pelos seguintes produtos. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa. (Observe no Box 5 as definições)

Descrição	Importância			
IPTV	(0)	(1)	(2)	(3)
Triple Play	(0)	(1)	(2)	(3)
VoIP	(0)	(1)	(2)	(3)
WI-Max	(0)	(1)	(2)	(3)
Wi-Fi	(0)	(1)	(2)	(3)

Banda Larga	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros	(0)	(1)	(2)	(3)

BOX 5

IPTV (Internet Protocol Television) – permite o uso de uma rede banda larga para entregar conteúdo de TV, potencialmente acrescido de serviços interativos.

Triple Play – oferta de pacote de serviços contendo Voz, Acesso Internet Banda Larga e TV.

VoIP (Voz sobre Protocolo IP) – tecnologia que permite a transmissão de sinais de voz pela internet ou por uma rede privada.

Wi-Max – utiliza o mesmo conceito do wi-fi, mas, com alcance maior, permite conectar aparelhos eletrônicos com uma rede sem fio a uma distância de até 50 quilômetros.

Wi-Fi (wireless fidelity) – uma tecnologia WLAN (Rede local sem fios) que permite em uma área limitada, conexões de alta velocidade entre dispositivos móveis de dados, como por exemplo, computadores portáteis.

Banda larga – serviços que permitem ao usuário conectar seus computadores a internet com velocidade maior do que as normalmente usadas em linhas discadas. Exemplos: ADSL, cable modem e acesso via satélite.

32 - Qual o impacto das seguintes tendências sobre as estratégias da empresa. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Importância			
Convergência fixo-móvel	(0)	(1)	(2)	(3)
Convergência voz-dados	(0)	(1)	(2)	(3)
TV digital	(0)	(1)	(2)	(3)

Com relação a produtos (exceto celulares):

33 - Quais os principais produtos produzidos nos primeiros anos de funcionamento da empresa? Quais as desvantagens destes produtos?

34 - Estes modelos já eram compatíveis com os sistemas digitais? Como a digitalização influenciou no desenvolvimento dos produtos? E a questão da segurança e confiabilidade?

35 - O desenvolvimento da internet influenciou de alguma forma o desenvolvimento dos produtos? E a adoção do padrão TCP/IP?

36 - Quais as diferenças mais relevantes em termos de aplicação entre comutação de circuitos e de pacotes?

37 - Quais modificações foram introduzidas com relação ao sistema de transporte? A técnica TDM é utilizada?

38 - Como a tecnologia VoIP afeta os modelos já existentes? É necessário adaptação das Centrais já existentes?

39 - Quais os maiores receios quanto a tecnologia VoIP?

40 - Quais as perspectivas para a tecnologia VoIP no Brasil? É possível ofertar novos serviços?

41 - Como o cenário de convergência tecnológica (fixo + celular + internet) afeta o desenvolvimento de produtos?

42 - A criação de um ambiente wireless traz algum desafio em termos de equipamentos?

43 - Quais as principais modificações introduzidas nas ERBs?

44 - A empresa desenvolve Centrais de Comutação? Quais os avanços mais recentes introduzidos? As Centrais atuais estão aptas a suportar um modelo de convergência?

45 - Como avaliam o impacto da utilização da fibra óptica? Os sistemas de transmissão são beneficiados? A atenuação ainda é um problema?

46 - O desenvolvimento da fibra óptica e sua crescente utilização têm impactos no desenvolvimento de produtos para acesso banda larga e/ou outras aplicações?

47 - A mudança no sistema de cobrança de pulso para minuto requer alguma modificação de ordem tecnológica?

48 - Existe a tendência de venda direta aos consumidores?

Com relação a aparelhos celulares

49 - Quais as principais limitações da tecnologia analógica/TDMA?

50 - Quais soluções a tecnologia GSM trouxe em relação as anteriores?

51 - Quais as vantagens associadas aos novos padrões WCDMA/UMTS?

52 - Como a perspectiva de adoção deste novo padrão impacta na empresa e no desenvolvimento de produtos?
