

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

Michele Cristina Silva Melo¹
Silvio Antônio Ferraz Cário²

Resumo - A revolução da microeletrônica teve impacto em diversos setores econômicos, entre eles o de informática e o de telecomunicações. Os avanços em *hardware* e *software* propiciaram maior capacidade de processamento e, conseqüentemente novas aplicações e oportunidades de negócios para o setor de telecomunicações. Entre as oportunidades, duas se mostram promissoras: a possibilidade da convergência tecnológica, isto é, a oferta combinada de diversos serviços, como voz, internet e TV a cabo, cujas questões legais ainda não permitem seu pleno desenvolvimento; e, a tecnologia VoIP que desponta como o principal serviço a ser explorado nos próximos anos, em virtude do seu impacto nos mercados residenciais e corporativos. A emergência desta nova tecnologia tem causado fortes impactos nas operadoras tradicionais, em virtude dos preços inferiores cobrados pelas operadoras que prestam serviços VoIP, uma vez que as últimas não possuem os mesmos custos fixos de infra-estrutura que as primeiras.

Palavras-Chave: Trajetória Tecnológica; Telecomunicações; Tecnologia VoIP.

Abstract: The revolution of microelectronics had impact in diverse economic sectors, between them of computer science and of telecommunications. The advances in the hardware and software had propitiated greater processing capacity and, consequently new applications and business-oriented chances for the sector of telecommunications. Between the chances, two if show promising: the possibility of the technological convergence, that is, offers agreed of diverse services, as voice, Internet and TV the handle, whose legal questions not yet allow its full development; e, the VoIP technology that blunts as the main service to be explored in the next years, in virtue of its impact in the residential and corporative markets. The emergency of this new technology has caused strong impacts in the traditional operators, in virtue of the inferior prices charged by the operators who give VoIP services, a time that the last ones do not possess the same fixed infrastructure costs that the first ones.

Word-Key: Technological trajectory; Telecommunications; VoIP technology.

1. Introdução

O setor de telecomunicações sofreu grandes transformações no Brasil no período pós-privatização. De um setor totalmente defasado, com cobertura e serviços limitados e péssima qualidade dos serviços para um dos mais importantes campos modernos. Esse avanço se deve em grande parte aos investimentos exigidos das empresas vencedoras do processo de privatização, mas também dos avanços tecnológicos dos últimos anos. A revolução da microeletrônica nos anos 80, o conseqüente progresso do setor de informática e seus desdobramentos em *software* e *hardware*, têm grandes implicações para as telecomunicações, no que tange à capacidade de processamento e novas aplicações. Da evolução e enorme relacionamento do setor de informática e

¹ Mestre em Economia e Doutoranda em Economia pela Universidade Federal Fluminense. Endereço eletrônico: michelecsmelo@yahoo.com.br

² Professor Doutor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Endereço eletrônico: fecario@yahoo.com.br

telecomunicações em um ambiente cada vez mais globalizado, onde a informação ganha velozmente mais valor e o conhecimento se torna rapidamente mais defasado, surge o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação, praticamente presente e necessária em todos os setores econômicos. Um dos grandes impactos deste novo setor se refere à convergência tecnológica, que se torna possível, pela inter-relação entre os diversos segmentos que o compõe. Tal convergência possibilita a oferta de diversos produtos e serviços, como voz, dados e internet, em conjunto de forma a reduzir custos e acirrar a concorrência, além, é claro, de criar novas oportunidades e novos serviços.

Entre os novos serviços que foram criados, o destaque é a tecnologia conhecida como VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet). Com o VoIP é possível realizar ligações através do acesso à internet, com custos inferiores aos cobrados pelas empresas de telecomunicações tradicionais. A diferença com o modelo tradicional é que não existem “caminhos” dedicados. Enquanto no serviço tradicional a rede é totalmente dedicada para o tráfego de voz (comutação por circuitos), a tecnologia VoIP transforma a voz em pacote de dados e a envia pela rede (comutação por pacotes), sem criar caminhos dedicados que não maximizam a utilização da rede. Tal serviço possui diversas modalidades e entre as mais disseminadas encontramos os *softphones* para realizar ligações gratuitas computador a computador, como *Skype* e *MSN Messenger*. Entretanto, o serviço começou a se disseminar no mercado corporativo, como forma de redução de custos, mediante a adoção de aparelhos adaptadores, telefones e PABX e mais recentemente também têm chegado ao mercado residencial.

No intuito de apresentar a trajetória tecnológica deste setor, este artigo está dividido em seis seções, além desta introdução; a seção 2 retoma conceitos sobre paradigma e trajetória tecnológica, necessários para compreender a evolução do setor; na seção 3, apresenta-se o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação e sua relação com o setor de Telecomunicações e a Tecnologia VoIP; na seção 4, caracteriza-se a trajetória tecnológica do setor de telecomunicações; na seção 5, aponta-se as origens, principais características e impactos econômicos da tecnologia VoIP; e, na seção 6, são apresentadas as conclusões.

2. Tratamento Schumpeteriano e Neo-Schumpeteriano sobre a dinâmica inovativa

2.1 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. 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.

No esquema analítico de Schumpeter, o empresário seria, portanto, segundo Igliori (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.

Com isso, estaria o empresário contribuindo para ressaltar que o problema não é ver como o capitalismo administra as estruturas existentes, e sim ressaltar a importância de saber como este sistema cria e destrói suas estruturas (SHUMPETER, 1988, p. 114).

2.2 A visão neo-schumpeteriana

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). Nesta perspectiva, 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.

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.

2.2.1 Paradigma e Trajetória Tecnológicas

Nesta perspectiva teórica-analítica, o processo inovativo é fortemente induzido pelo paradigma tecnológico, enquanto definidor de 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.

O paradigma tecnológico define-se 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, 1988 e 2006).

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).

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).

Em consequência do paradigma tecnológico surge a noção de trajetória tecnológica surge como um corolário: é um padrão normal 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).

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 constitui um agrupamento de possíveis direções tecnológicas, sendo que os limites exteriores se definem pela natureza do próprio paradigma. 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. Assim como, 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.

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 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.

2.2.2 Características dos 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.

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).

As *opportunity conditions* 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. Além disso, há que considerar que 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. Assim como, outro aspecto importante se refere à penetrabilidade da inovação, isto é, à diversificação dos usos e à aplicação do conhecimento novo para diversos produtos. Da mesma forma, deve contar com fontes de informações externas provenientes de 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.

No que tange as *appropriability conditions*, acordo com Dosi (1988), referem-se as propriedades que permitem a proteção das inovações de imitadores, compensando o desafios dos inovadores em buscar o novo num ambiente incerto e de resultados não programados. 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 *degrees of cumulativeness of technological knowledge*. 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.

Por sua vez, as *characteristics of the relevant knowledge base* referem-se as propriedades do conhecimento que formam a base das atividades de inovação das firmas. Duas características importantes deste conhecimento referem-se a natureza do conhecimento e os meios de transmissão do mesmo. Porém há que destacar que 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, mas há limitações. Da mesma forma é importante frisar que as atividades inovativas apresentam características – em diferentes níveis – cumulativas, firma-específica e local.

2.2.3 Mecanismos de aprendizado e estratégias tecnológicas

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. 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 necessária observação e prática.

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 diferentes tipos de processos de aprendizado: 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*).

Por sua vez, empresas procuram desenvolver estratégias tecnológicas 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. 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.

Considerando estes aspectos, 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.

Para entender as similaridades e diferenças, ganha importância, portanto, o estudo das formas de aprendizado e o caráter cumulativo do desenvolvimento tecnológico. 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.

3 – Setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Telecomunicações e VoIP

A mudança no paradigma tecnológico com o advento da microeletrônica trouxe mudanças estruturais nos setores de informática, principalmente para os segmentos de *softwares*, computadores pessoais, supercomputadores, satélites e também para o desenvolvimento de novas áreas de pesquisa, como a nanotecnologia e biotecnologia. Outro fator positivo foi a redução de custos e aumento da qualidade propiciada por esta transformação tecnológica, mediante a constituição de redes locais e globais, privadas e públicas.

O resultado deste processo foi a atuação em escala global de determinadas empresas, através da criação de unidades de produção e redes de distribuição espalhadas ao redor do globo. Os investimentos foram direcionados para os países capazes de criar ambientes econômicos mais

atraentes, com custos de instalação e operação mais baixos, além de altos investimentos na formação de capital humano e inovação tecnológica.

Neste ambiente, o destaque é o papel exercido pela Tecnologia da Informação e Comunicação na interligação em um processo crescente de globalização. O desenvolvimento do setor possibilitou a redução de custos e formas mais eficientes e velozes de comunicação entre pontos distantes do globo. Tal setor 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.

As mudanças na forma de operação do setor se tornaram mais visíveis após o estouro da “bolha da internet”, crise que o atingiu no ano 2000, aliada ao colapso dos mercados internacionais que alcançou diversos países, entre eles o Brasil em 1999, e a quebra de diversas empresas³, com a WorldCom, uma gigante do setor de telecomunicações. A recuperação foi possível mediante as inovações tecnológicas introduzidas e as novas aplicações disponibilizadas.

No setor de TIC, o segmento de telecomunicações se destaca pela sua penetrabilidade em praticamente todas as outras esferas econômicas. Os avanços proporcionados pelo setor de tecnologia da Informação 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 chamada “revolução digital” no setor veio acompanhada de outras tecnologias inovadoras, que deram origem a um sistema de infra-estrutura composto por cabeamento ultramarino, redes nacionais e internacionais de fibra óptica, 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). Ressaltando-se que, a geração e difusão de tecnologias ficam a cargo de países centrais, que lideram os gastos neste setor e onde se encontram as maiores empresas do segmento.

E, neste segmento, desde sua criação e até o início dos anos 2000, a voz era o principal componente do mercado. No entanto, com o advento da informática, disseminação do uso da internet e a questão da portabilidade, não apenas as soluções móveis (celulares) ganham espaço, mas também novos tipos de aplicações, como por exemplo, a tecnologia de voz sobre Protocolo de Internet (VoIP).

Nos últimos anos, o avanço das pesquisas, principalmente no setor de informática, e a tendência de convergência dos dois setores têm levado a grandes transformações que podem gerar uma grande reestruturação do mesmo e de setores ligados a ele. É o caso da tecnologia conhecida como VoIP, que nada mais é do que um conjunto de tecnologias que usa a Internet ou as redes IP privada para a comunicação de voz, substituindo ou complementando os sistemas de telefonia convencionais, utilizando serviços gratuitos tais como o *Skype*, *MSN Messenger* e *Yahoo Messenger* entre outros. A telefonia IP é uma modalidade de VoIP onde o serviço fornecido apresenta qualidade e funcionalidades, praticamente equivalentes aos serviços telefônicos convencionais, podendo se comunicar de graça com os demais computadores ou pagando pequenas taxas para se comunicar com os telefones convencionais.

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

³ Entre as empresas falidas, se encontravam organizações do porte da Global Crossing, Viatel e WorldCom. A última foi 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 (ECONOMIST apud SBRAGIA; GALINA, 2004, p.9).

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 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.

O avanço da tecnologia VoIP está diretamente relacionado a dois fatores fundamentais: a) 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 acesso à banda larga (OCDE, 2007), enquanto que no Brasil, a expectativa é que o número de usuários atinja a marca de 10 milhões em 2010 frente aos 4.5 milhões de 2006 (GAZETA MERCANTIL, 2006B); e b) os serviços de voz sobre Protocolo de Internet oferecem tarifas mais competitivas do que o serviço tradicional, exercendo forte pressão nos preços dos serviços de voz. 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.

As operadoras de telefonia fixa, portanto, têm sofrido pressões de três fontes para redução nos preços das tarifas: 1) a concorrência por parte das operadoras de telefonia móvel, que ampliaram sua participação no mercado de 8% em 1999 para aproximadamente 30% em 2004 (TELECOM, 2006); 2) o surgimento e a difusão da telefonia IP; e 3) o novo cenário de convergência tecnológica e os novos investimentos para atingir tal convergência por parte das operadoras, como estratégia para não perder participação no mercado.

Para reverter a perda da receita dos serviços de voz tradicionais, as empresas têm investido na expansão dos serviços múltiplos, incluindo vídeo, voz e dados em um único pacote, com a intenção de reter os assinantes e introduzir novos produtos com o objetivo de elevar a receita média por cliente. É neste sentido, que o aumento das receitas com a expansão dos assinantes de banda larga, por exemplo, ajudam a reduzir a perda de receita com os serviços de voz.

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. Contudo, a criação de tal infra-estrutura somente foi possível através do desenvolvimento da comutação por pacotes, que 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.

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. A tecnologia VoIP é apenas o resultado da convergência entre serviços de dados e voz. Outros resultados possíveis advêm da convergência entre os serviços de dados e vídeo: a) a tecnologia 3G, novo padrão tecnológico dos serviços de telefonia móvel, que permitem a transmissão de dados em alta velocidade via celular; b) IPTV, a transmissão de TV também por Protocolo de Internet; e c) a TV digital, que permite a transmissão com melhores índices de qualidade.

Desse modo, a evolução da tecnologia aponta para a convergência entre Tecnologia da Informação e o setor de Telecomunicações, sendo a tecnologia VoIP, a tecnologia wi-fi (acesso sem fio à internet), 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.

Os serviços convergentes ganham espaço e passam a ser comercializados com o intuito de eliminar a necessidade de duas ou mais assinaturas de telefone (fixo e móvel), internet e TV por assinatura, por exemplo, bem como a redução de custos para os consumidores. Ao longo dos últimos 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 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, por exemplo, superaram a marca de US\$ 1 trilhão no primeiro semestre de 2005 (OCDE, 2006), de modo que o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação se destaque como um dos líderes do novo paradigma tecnológico.

4 – Trajetória Tecnológica do Setor de Telecomunicações

A partir da invenção do telefone, sua disseminação inicial foi marcada pelos elevados custos com infra-estrutura. Devido a tais custos, o setor sempre foi encarado como um monopólio e delegado a exploração de poucas empresas, privadas ou estatais, como observado pela Figura 1, sendo este período conhecido como Modelo POTS (*Plain Old Telecommunications Services*). Esse sistema era baseado em centrais que conectam linhas fixas, controladas por operadoras, que disponibilizam para usuários finais um tempo de conectividade.

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 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.

Pelas características acima, o setor era facilmente compreendido como um monopólio natural. Tal monopólio, entretanto, poderia ser verticalmente integrado com os provedores de equipamentos, como por exemplo, a 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; ou ainda, ligado intrinsecamente a um grupo através de uma estrutura de monopólio bilateral, como a Deutsche Telekom com a Siemens e da France Telecom com a Alcatel.

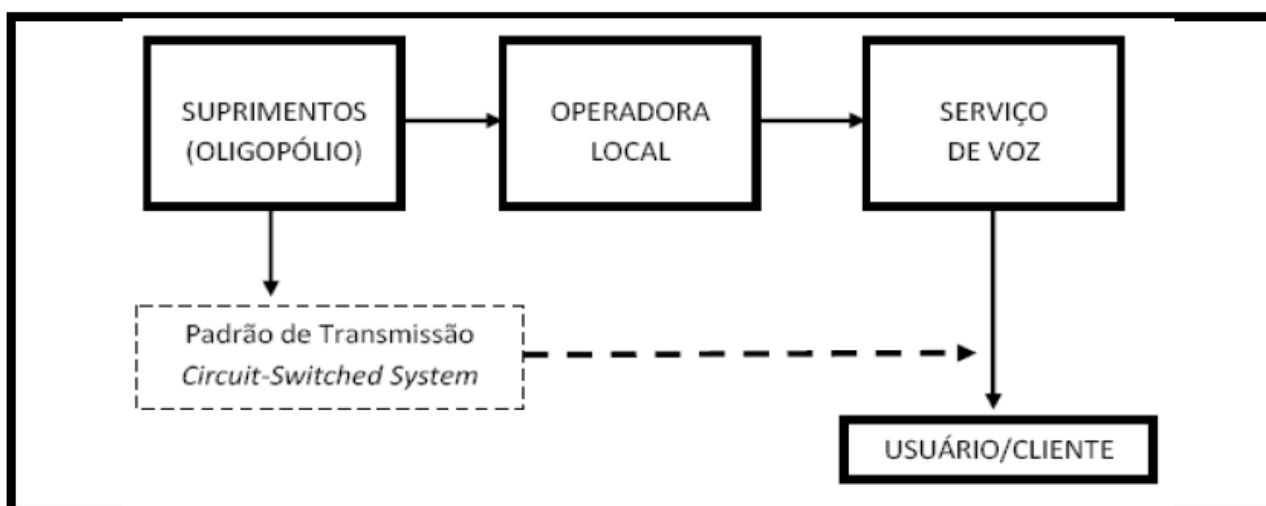


Figura 1 – Modelo POTS (*Plain Old Telecommunications Services*)

Fonte: Campanário; Silva, 2004.

A estrutura criada fez com que, em termos mundiais, as tecnologias se tornassem praticamente padronizadas, com o foco apenas na transmissão de voz, com ganhos de escala e escopo mediante contratos de exclusividade com grandes fornecedores de equipamentos multinacionais. 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).

O setor começa a sofrer transformações apenas com o início do processo de digitalização. Tal ciclo 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). 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).

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 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. Todavia, 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, é 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 sistema de telefonia tradicional, ao se basear na comutação por circuitos cria uma 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. Por sua vez, 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.

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 infra-estrutura capaz de suportar a crescente demanda por aparelhos móveis.

transmissão de informação na rede, em um ambiente totalmente digital, e, completamente apoiado na comutação por pacotes, abandonando-se a rede tradicional dedicada à telefonia (baseada na comutação de circuitos) e a outra rede específica para o acesso à internet (fundamentada na comutação por pacotes).

5 – Tecnologia VoIP: características e convergência tecnológica

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, superado pelo dimensionamento correto da rede, 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, como, por exemplo, localização de chamadas, confiabilidade, segurança e interoperabilidade, sua taxa de adesão e seu potencial de expansão fizeram da VoIP a grande vedete tecnológica atual e 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, 2005).

VoIP é a comunicação de voz sobre redes IP e consiste no uso das redes de dados, públicas ou privadas, que utilizam o conjunto de protocolos das redes IP (TCP, UDP, IP) para transmissão de sinais de voz em tempo real na forma de pacotes de dados (TELECO, 2007). 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. As diversas formas dependem da utilização de adaptadores ATAs ou da aquisição de telefones específicos para este tipo de telefonia.

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 e preços menores do que o sistema convencional para realizar ligações para telefones comuns.

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 (s/d), 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 (TELECO, 2007).

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 1 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 1 – Características Telefonia Convencional x Telefonia VoIP no Brasil

Fonte: Teleco, 2007

A telefonia IP, ao contrário do sistema tradicional, 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. 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 (Sistema de Telecomunicações Fixo Comutado) é o sistema público convencional, fixo e móvel, de comunicação de voz, responsável por interligar empresas e residências em âmbito nacional e internacional.

Embora a crescente utilização da tecnologia VoIP, seja no mercado corporativo, seja no mercado residencial, os limites impostos à expansão da tecnologia VoIP perpassam dois pontos distintos e importantes: a questão do acesso, onde é necessário conexão 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 é restrita, como demonstra a Tabela 1. 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 aumento. 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.

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. A análise dos dados de concentração de renda no país, disponibilizados por estudos da Telebrasil (2007) mostra que a concentração 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, de 2.5% em 2001 para 1.7% em 2006 e de 5.6% em 2001 para 4.7% em 2006, respectivamente. Tal cenário prejudica a expansão dos serviços de banda larga, uma vez que a classe que já possui o serviço é aquela com rendimentos mais elevados, o que obriga as operadoras a procurar novos clientes entre aqueles com renda mais baixa.

Tabela 1 – 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. (%)		88.80%	89.30%	67.70%	37.70%	20.70%
TV Assinatura (Cabo)	Quantidade	135	203	342	629	1200	1585
	Cres. (%)		50.40%	68.50%	83.90%	90.80%	32.10%
Via Rádio	Quantidade	31	40	50	75*	115*	125*
	Cres. (%)		29.00%	25.00%	50.00%	53.30%	8.70%
Total	Quantidade	692	1236	2272	3856	5656	6951
	Cres. (%)		78.60%	83.80%	69.70%	46.70%	22.90%

Fonte: Teleco, 2007.

*Estimativa Teleco.

Outros fatores limitantes, além da renda, são os impostos e o marco regulatório. Com relação a incidência do ICMS sobre os serviços de Comunicações, em 2006 o total arrecadado atingiu o patamar de 12.5% do total de ICMS frente a 12.5% no ano de 2001. No ano de 2007, no acumulado de janeiro-setembro, o percentual de arrecadação já havia atingindo a marca de 14.2% do total de ICMS. A adoção de tarifas diferenciadas poderia ser um estímulo para a expansão do serviço.

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 (Plano Geral de Outorgas) 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.

A necessidade da conexão banda larga para o fornecimento dos serviços de VoIP traz a possibilidade de oferta conjunta de produtos, como TV por assinatura e o próprio acesso à internet. Neste sentido, as grandes operadoras iniciaram um movimento de modificação na configuração dos mercados mediante a aquisição ou participação de outras empresas, nos termos permitidos pela lei, em segmentos correlatos. Esse é o caso da Telefônica, que possui participações nas empresas de telefonia móvel Vivo e TIM e também na TV por assinatura TVA ou ainda do grupo Telmex, dono e acionista da Embratel, Claro, Net e Vivax.

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. A questão da segurança se deve ao fato de a maioria das soluções VoIP ainda não suportarem criptografia, um 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. Entretanto, tais problemas podem ser superados pelo dimensionamento correto da rede.

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.

O Quadro 2 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*.

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.

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 2 – Principais Vantagens e Desvantagens da Tecnologia VoIP

Fonte: Elaboração Própria.

A disseminação da internet e o avanço do acesso via banda larga nos últimos anos favoreceram o alcance da telefonia IP⁵. 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).

A aceitação do VoIP em diversos países é visível. Entre os países pioneiros e líderes na utilização desta nova tecnologia, 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), e onde a previsão para o ano de 2006 era que 100% das residências com acesso banda larga utilizassem a tecnologia VoIP. Logo após o Japão, a França apresenta os maiores índices de utilização da tecnologia VoIP, com previsão de 90% para 2006 e índice de 60% para o ano de 2005. A China atingiu um índice de utilização do VoIP em residências com acesso banda larga superior ao dos EUA e do Brasil (previsão de 20% para 2006), embora bem abaixo dos patamares japoneses ou franceses. Em 2005 o índice atingiu 14% e a previsão para 2006 era de 25%. O Brasil, ainda 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 surpreendem: 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*.

⁵ 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.

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 2 se percebe que a Net Fone e a GVT apresentaram crescimento no número de assinantes, embora o crescimento da Net tenha sido excepcional. A GVT passa de 5.6 mil assinantes em 2005 para aproximadamente 56 mil assinantes no segundo trimestre de 2007. O crescimento do Net Fone é ainda mais espetacular, passando de 1.3 mil clientes no primeiro trimestre de 2006 para 354 mil no segundo trimestre de 2007. Tal crescimento pode ser explicado pela venda de “combos” pela Net de internet, TV a cabo e telefone. 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 2 – Número de Assinantes das Maiores Operadoras 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 3 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. Como muitas vezes não é necessária a construção de uma infra-estrutura própria, mas apenas utilizar as redes já existentes, muitas empresas operam sem autorização ou registro à associações de classe.

Tabela 3 – 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 banda larga 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 bilhões em 2009, o que seria equivalente a 10%, aproximadamente, da receita total de telefonia, como expressa a Tabela 4. A previsão para o mercado residencial é de US\$ 16 bilhões

para o mercado residencial e de US\$ 10 bilhões, aproximadamente, para o mercado corporativo. 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 4 – Expectativas do Mercado Global de Serviços de Valor Adicionado em Banda Larga para 2009 – em US\$ bilhões

	2004	2009
Mercado Residencial		
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		
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”.

6 – Conclusão e Perspectivas

Desde a invenção do telefone por Graham Bell em 1876, 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 infraestrutura de rede para garantir a cobertura e manter a receita.

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 *softwares* 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, além de alçar o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação como um dos líderes do novo ambiente econômico, e também 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.

O setor de telecomunicações se torna estratégico, não somente para o setor produtivo, mas para a economia como um todo, deixando de ser apenas um elo entre pessoas para se transformar no eixo central responsável pelo movimento do processo de desenvolvimento de qualquer país. Tal setor passa a desempenhar um papel chave no processo de geração e difusão de novas tecnologias da base microeletrônica dado o seu papel integrador dos diversos sistemas (CASSIOLATO, 1999), inclusive podendo considerar “as telecomunicações como o elemento catalisador no processo de difusão das tecnologias de informação e comunicações” (O’SIOCHRÚ apud CASSIOLATO, 1999, p. 178).

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 as 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 ou ainda, uma combinação deles.

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. A tecnologia VoIP é capaz de oferecer produtos com significativa redução de custos, devido a unificação da rede através do protocolo IP, base da tecnologia VoIP. 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.

A tecnologia VoIP se dissemina, principalmente, no meio corporativo em virtude da redução de custos proporcionada para interligar as diversas filiais ao redor do mundo e a disponibilidade de acesso à internet de alta velocidade. Como forma de suprir a deficiência do meio residencial de acesso a tal tipo de internet, um novo padrão tecnológico se coloca como promissor, o WiMax, uma rede sem fio com transmissões de alta velocidade. As operadoras o indicam como o foco dos investimentos para os próximos anos. Sua principal vantagem associada a este padrão é a cobertura do território nacional, uma vez que sua área de cobertura pode atingir até cem quilômetros, enquanto a tecnologia sem fio utilizada atualmente tem alcance médio de apenas cem metros.

E mais, ao incentivar a utilização de 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, pacotes chamados de Triple Play, ao mesmo tempo em que tentam encontrar uma nova fonte de receita capaz de reverter à queda nas receitas de voz. Entre os novos serviços possíveis de serem ofertados pelas operadoras, além do VoIP, temos a IPTV (*Internet Protocol TV*), modelo que permite oferecer novos serviços, tais como *video on demand* (VoD) – gravação digital em sistemas de *Personal Video Recording* – e novas formas de comércio eletrônico.

As grandes operadoras têm um grande desafio pela frente neste novo cenário, uma vez que, a redução de custos com a oferta conjunta de diversos serviços passa pela aquisição de empresas em setores correlatos e pela mudança da legislação do setor em vigor atualmente. Tanto a LGT (Lei Geral de Telecomunicações) quanto a “Lei do Cabo” colocam obstáculos para a formação de grandes grupos capazes de conformar empresas dos três segmentos: telefonia, TV a cabo e internet.

Entretanto, o Governo Brasileiro acena positivamente para a mudança nas regras com vistas a formar, inclusive, um grande grupo nacional capaz de concorrer com os grandes grupos internacionais já presentes no país e também capaz de alavancar os recursos necessários para a manutenção dos investimentos necessários para manutenção das redes e para a implementação e adaptação das redes para o novo padrão tecnológico.

7 – Bibliografia

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. **Da revolução verde à transgênia: Ruptura e continuidade de paradigmas tecnológicos**. Textos – PET Economia – UFPR, 2003.

BERNAL FILHO, H. **Telefonia IP**. Tutoriais Teleco. Disponível em: www.teleco.com.br. 2003.

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>.

CAMPANÁRIO, M.A; SILVA, M.M. **Regulação pública e desafios tecnológicos e organizações do setor de telecomunicações**. 2004.

CASSIOLATO, J. E. A Economia do conhecimento e as novas políticas industriais e tecnológicas. In: **Informação e Globalização na era do conhecimento**. LASTRES, H. M.M.; ALBAGLI, S. Campus, 1999.

COLCHER, S. [et al]. **VoIP: Voz sobre IP**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2005.

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.

ESTADO DE SÃO PAULO. **Telefone está com os dias contados**. Edição de 07/02/2005. 2005.

EXAME. **A promessa que virou realidade**. Disponível em: www.portalexame.com.br. 21/09/2005. 2005.

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.

FREEMAN, C. **The economics of industrial innovation**. Penguin: Hardmondwoth, 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. **Techincal change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988.

GAZETA MERCANTIL. **Banda larga estimula oferta de serviços das operadoras**. Caderno TI & TELECOM. Edição de 26/07/2006. 2006b.

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.

- 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.
- MALERBA, F. *Learning by firms and incremental techinal change*. In: The Economic Journal, 1992.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. *Technological Regimes and Firm Behavior*. In: Industrial and Corporate Change, v.2, n.1, 1992
- MENDONÇA, F. M. **Mais voz no computador**. In: <http://convergenciadigital.com.br>. Acessado em: outubro de 2006.
- NELSON, R; WINTER, S. **Uma teoria evolucionaria da mudança econômica**. Unicamp, 2006.
- 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**. 2005.
- PINHEIRO, P.R.G. **Ciclos Evolutivos das Telecomunicações**. Tutoriais Teleco. In: www.teleco.com.br. 2007.
- POSSAS, M.L. **Dinâmica da Economia Capitalista: abordagem teórica**. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- 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.
- 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.
- 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.