

RELATÓRIO

DE ACOMPANHAMENTO SETORIAL
**OPORTUNIDADES DE
DESENVOLVIMENTO PRODUTIVO
E TECNOLÓGICO DERIVADAS DAS
POLÍTICAS DE DIFUSÃO DA
BANDA LARGA NO BRASIL**

FEVEREIRO 2012



RELATÓRIO

DE ACOMPANHAMENTO SETORIAL
**OPORTUNIDADES DE
DESENVOLVIMENTO PRODUTIVO
E TECNOLÓGICO DERIVADAS
DAS POLÍTICAS DE DIFUSÃO DA
BANDA LARGA NO BRASIL**

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI

Mauro Borges Lemos

Presidente

Maria Luisa Campos Machado Leal

Diretora

Clayton Campanhola

Diretor

Otávio Silva Camargo

Chefe de Gabinete

Rogério Dias de Araújo

Coordenador

Carlos Henrique de Mello Silva

Técnico

Equipe Técnica

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI

Rogério Dias de Araújo – *Coordenador de Inteligência Competitiva*

Carlos Henrique de Mello Silva – *Técnico*

Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - IE/Unicamp

Fernando Sarti

Diretor

Núcleo de Economia Industrial e Tecnologia - NEIT/IE-Unicamp

Fernando Sarti – *Coordenador do Projeto ABDI/NEIT/IE-UNICAMP*

Célio Hiratuka – *Coordenador do Projeto ABDI/NEIT/IE-UNICAMP*

Relatório de acompanhamento setorial:

Oportunidades de desenvolvimento produtivo e tecnológico derivadas das políticas de difusão da banda larga no Brasil

Autor:

Antonio Carlos Bordeaux Rego

Claudio de Almeida Loural

Moacir Giansante

Diagramação

Caluh Assessoria e Comunicação

©2012 – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI

Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SUMÁRIO

Apresentação

1. Introdução	8
2. A evolução do setor fornecedor de bens e serviços para Banda Larga no cenário mundial	9
2.1. A Banda Larga no cenário de convergência tecnológica e de serviços.....	11
2.2. Países líderes, produção mundial e comércio internacional.....	16
2.3. Políticas de difusão dos serviços e de apoio à produção.....	20
2.3.1. Políticas de difusão do acesso aos serviços banda larga.....	20
2.3.2. Políticas industrial e de P&D.....	24
3. Principais tendências tecnológicas	27
3.1. Tendências de algumas tecnologias de banda larga selecionadas.....	29
3.1.1. Rede Núcleo.....	29
3.1.2. Ligação entre a rede núcleo e as redes de acesso (Backhaul).....	30
3.1.3. Redes de acesso com fio.....	30
3.1.4. Redes de acesso sem fio.....	31
4. Oportunidades e desafios para o setor fornecedor de bens e serviços para banda larga no Brasil	32
4.1. Avaliação do desenvolvimento do setor de equipamentos e serviços.....	32
4.2. Avaliação dos riscos.....	35
4.2.1. Capacidade tecnológica das empresas.....	35
4.2.2. Capacidade dos grupos de pesquisa em universidades e institutos de P&D.....	36
4.3. Avaliação das oportunidades determinadas pelo crescimento da demanda e pelos programas públicos de difusão da banda larga.....	38
4.3.1. Comunicações ópticas.....	39
4.3.2. Comunicações sem fio.....	41
4.3.3. Comunicação de dados.....	42
5. Políticas públicas voltadas para o desenvolvimento competitivo	45
5.1 Análise das políticas em curso.....	45
5.2 Proposições de ações para o desenvolvimento competitivo.....	51
6. Conclusões	55
7. Referências Bibliográficas	56

APRESENTAÇÃO

Este estudo foi executado com vistas a identificar as principais tendências no mercado de telecomunicações mundial, com ênfase em banda larga e serviços convergentes.

Com escopo voltado para o segmento de fornecedores de equipamentos e de serviços ligados à Internet banda larga, busca analisar os instrumentos necessários para promover o aumento do desenvolvimento tecnológico e da produção nacional para esse segmento industrial.

Entre os principais objetivos, destacam-se aqueles para:

- Identificar as principais tendências produtivas e tecnológicas envolvidas na oferta de serviços de acesso à Internet em banda larga;
- Mapear as principais mudanças no mercado de fornecedores de equipamentos e serviços em nível mundial e identificar novos papéis e novos atores na cadeia de valor desse segmento;

- Mapear as políticas públicas que foram formuladas e implementada pelos diferentes países, para a difusão do acesso a serviços em banda larga, para o desenvolvimento tecnológico e para a produção de equipamentos e serviços de telecomunicações;

- Avaliar o desempenho da indústria nacional de equipamentos e as possibilidades de desenvolvimento tecnológico e produtivo local.

- Analisar as políticas de desenvolvimento para o setor no Brasil e identificar ações complementares aquelas em curso.

Nesse sentido, são destacados os principais desafios e oportunidades para o segmento de fornecedores de equipamentos e serviços e apresentadas algumas recomendações para a formulação de eventuais políticas.

Campinas, 29 fevereiro de 2012.

Antonio Carlos Bordeaux Rego
Claudio de Almeida Loral
Moacir Giansante

1. INTRODUÇÃO

Os serviços de telecomunicações sobre a infraestrutura de banda larga (ou, simplesmente, banda larga) vêm sendo reconhecidos como de grande importância econômica nos últimos anos. [13]

Com efeito, já em 2003, a União Internacional de Telecomunicações (UIT; em inglês, ITU) identificava a banda larga como uma “infraestrutura crucial para o atendimento de metas sociais, econômicas e científicas” dos países. A expansão dessa infraestrutura traz benefícios não apenas para os usuários dos serviços como para a economia como um todo. A banda larga estimula a inovação, o crescimento econômico e a atração de investimentos, pois revitaliza a demanda por bens e serviços de telecomunicações. [14]

Muitos estudos que relacionam banda larga ao seu impacto econômico tratam a questão na forma qualitativa ou de estudos de caso. Trabalhos mais formais, focalizando países desenvolvidos, confirmam o potencial significativo de ganhos proporcionados pela banda larga, incluindo maior produtividade, redução de custos, novas oportunidades econômicas, entre outros. Essas conclusões foram resenhadas por Qiang e colaboradores [13], que avançaram ainda mais nessa avaliação e mostraram resultados empíricos sugerindo que os benefícios da banda larga são robustos e significativos também para países em desenvolvimento. Esses autores estimam que os benefícios da banda larga representam um crescimento do PIB per capita da ordem de 1,28 pontos percentuais para cada aumento de 10% na penetração dessa infraestrutura na população.

Além disso, os mesmos autores identificam a necessidade de políticas para a difusão do acesso aos serviços em banda larga como estímulo contra a desaceleração decorrente da crise financeira de 2009 pois, a aceleração da implantação de

infraestrutura de suporte a esses serviços pode minimizar a retração sobre o mercado e preservar postos de trabalho, evitando assim impactos nas redes de proteção social. [17]

Para fins deste estudo, serão analisadas em maior detalhe os segmentos do setor de telecomunicações envolvidos com a fabricação de equipamentos e com a prestação de serviços em banda larga.

O estudo é dividido em sete capítulos, sendo o primeiro destinado à introdução e à estrutura do documento.

O segundo capítulo descreve a evolução que o setor fornecedor de bens e serviços para o provimento de banda larga sofreu no cenário mundial em função da convergência tecnológica e de serviços, analisa as mudanças na estrutura de oferta e identifica as principais políticas públicas para a difusão dos serviços e para o estímulo à pesquisa, desenvolvimento (P&D) e produção de equipamentos.

O terceiro capítulo apresenta as principais tendências tecnológicas, especialmente aquelas que são relevantes para o Brasil, nos vários segmentos de mercado de equipamentos de telecomunicações.

O quarto capítulo avalia as oportunidades e desafios para o setor fornecedor de bens e serviços no Brasil, avalia a capacidade do setor e os riscos associados e, por fim, as oportunidades decorrentes do crescimento da demanda e da formulação de políticas públicas para a difusão do acesso aos serviços em banda larga.

O quinto capítulo identifica as políticas públicas em curso e propõe ações que visam a complementação e o aprofundamento dos esforços voltados para o desenvolvimento competitivo da indústria nacional. Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões e o sétimo relaciona a bibliografia utilizada.

2. A EVOLUÇÃO DO SETOR FORNECEDOR DE BENS E SERVIÇOS PARA BANDA LARGA NO CENÁRIO MUNDIAL

Entre o final da década de 1970 e o início da década de 1980, com a difusão da tecnologia de circuitos integrados alguns anos antes e a consequente facilidade para a implementação de sistemas digitais, teve início o processo de “digitalização” do setor de telecomunicações. Em outras palavras, a informação podia ser transmitida e comutada nas centrais telefônicas sob a forma de sinais digitais. A digitalização foi uma mudança paradigmática no setor, pois esse processo não tratava apenas de melhorar o desempenho e reduzir os custos dos sistemas de telecomunicações, mas também de explorar a universalidade da representação digital da informação. Como qualquer meio (ou mídia), seja voz, texto ou imagem, pode ser codificado como uma seqüência de bits, todos os tipos de informação podem, em princípio, ser tratados ou manipulados da mesma forma. As raízes da convergência das telecomunicações com a informática podem ser traçadas a partir daí.

Os anos 1980 também remetem a outra mudança importante para o setor, esta, porém, de natureza institucional. Naquela década teve início um intenso processo de quebra dos monopólios na prestação de serviços de telecomunicações, com a introdução da competição e com a privatização de algumas estatais. Marcos significativos foram a desregulamentação na Grã-Bretanha, com a privatização da British Telecom em 1984, e a divisão (divestiture) da AT&T nos EUA, à mesma época.

A partir dos anos 1990, observou-se um grande crescimento do setor de telecomunicações, estimulado pela expansão acelerada da Internet, o que, pode-se dizer, sintetiza a chamada “convergência tecnológica” entre as telecomunicações e a informática.

Um dos fatores que contribuíram para essa rápida expansão foram as grandes

expectativas quanto ao retorno proporcionado pelas tecnologias digitais. Por conta do avanço da microeletrônica, da digitalização e da própria convergência tecnológica, criou-se uma expectativa de que as tecnologias de comunicação e informação seriam suficientes para conduzir o setor a um novo ciclo de desenvolvimento e afluência, vencendo o crescimento vegetativo por meio de novos serviços e receitas. Além disso, novos investimentos se mostravam necessários para dotar as redes de telecomunicações de banda passante compatível com as taxas demandadas para as novas aplicações.

Esse quadro foi bastante facilitado pelo novo desenho institucional, com a abertura do setor e o fim dos grandes monopólios de operação. Novos atores entraram no mercado, interessados em roubar uma fatia do mercado das pesadas concessionárias monopolistas. Assim, surgiram no mundo várias novas operadoras, quer estimuladas por políticas dos governos, quer para ocupar espaços de elevado retorno financeiro. Ao mesmo tempo, a cadeia de valor se tornou mais complexa, surgindo novas formas de exploração do mercado da “convergência”, com diversos nichos para serviços especializados. Como havia, à época, abundância de capital disponível, ocorreu uma “corrida do ouro” de investidores atraídos pela perspectiva de realização de altos lucros.

Infelizmente, esse cenário não se concretizou na intensidade esperada, formando-se uma “bolha” de investimentos em excesso, principalmente na segmento de Internet, mas também no mercado de telecomunicações. Com a quebra de expectativas, o setor entrou em retração em 2000/2011, vindo a retomar a curva de crescimento por volta de 2004. Esse crescimento, entretanto, foi mais gradual do que aquele observado no final da década

de 1990 (Ilustração 1).

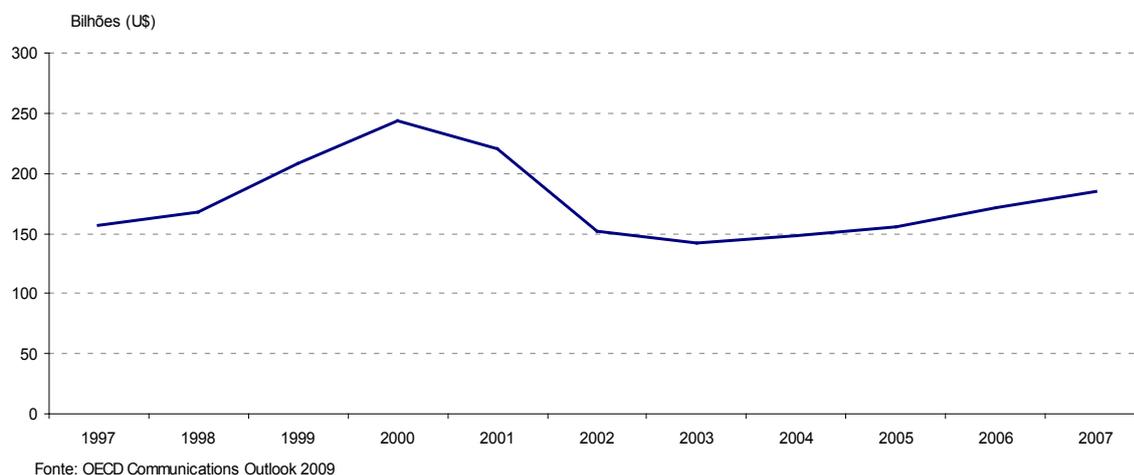
Esse comportamento corresponde a uma “troca de marchas” no ciclo schumpeteriano de inovação [16] quando a fase de crescimento acelerado cede lugar à fase de crescimento mais pausado. Nos últimos anos, a consolidação do mercado reforçou as características dessa nova fase do ciclo.

Esse processo se refletiu, naturalmente, nas empresas fornecedoras de equipamentos de telecomunicações. A introdução da competição rompeu também uma relação simbiótica que existia entre

as grandes operadoras de serviços de telecomunicações e os grandes fabricantes de equipamentos. Em vários países as operadoras monopolistas mantinham uma relação de exclusividade com os fabricantes locais.

Com o novo contexto, os grandes fabricantes procuraram penetrar mais fortemente em outros países além do seu de origem, tornando o mercado de equipamentos muito mais globalizado e mais dependente da escala do que há duas ou três décadas atrás.

Ilustração 1 - Evolução do investimento nos países da OCDE entre 1997 e 2007. [5]



A convergência com a informática trouxe outro impacto importante para a indústria de telecomunicações: a ampla adoção de padrões abertos e interoperáveis. Em telecomunicações era usual que uma mesma norma da União Internacional de Telecomunicações (UIT) fosse implementada de forma tão diferente que equipamentos semelhantes porém fabricados por diferentes fornecedores não eram interoperáveis. Outras vezes, o padrão adotado pelo fabricante era totalmente proprietário. Isso frequentemente implicava na operadora se tornar dependente de um determinado fornecedor.

Esta situação não é usual no ambiente da informática e menos ainda no da Internet. Nesses ambientes predominam os padrões abertos e interoperáveis e essa

característica passou a ser dominante também em telecomunicações. Um caso exemplar dessa mudança foi a padronização da tecnologia ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) no final da década de 1990, por sinal, padronização determinante para a expansão do acesso banda larga em todo o mundo.

Cabe mencionar outra importante transformação no setor com a quebra dos monopólios. Até então, os centros de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) das operadoras eram responsáveis por importantes projetos de desenvolvimento tecnológico cujos resultados eram transferidos ou compartilhados com as empresas fabricantes locais. Essas empresas forneciam os equipamentos para as operadoras de modo exclusivo ou quase exclusivo, fechando o

ciclo de P&D para o mercado.

No novo cenário o locus central dos esforços de P&D em telecomunicações mudou. Com poucas exceções, as grandes empresas operadoras tradicionais, concessionárias atuando em regime de monopólio, deixaram de investir de forma significativa em P&D.

As novas operadoras “entrantes” por sua vez, praticamente nada investem em P&D próprios, adotando como estratégia utilizar tecnologias desenvolvidas diretamente por seus fornecedores. É exatamente nos grandes fornecedores que se concentra o maior percentual de investimento em novas tecnologias.

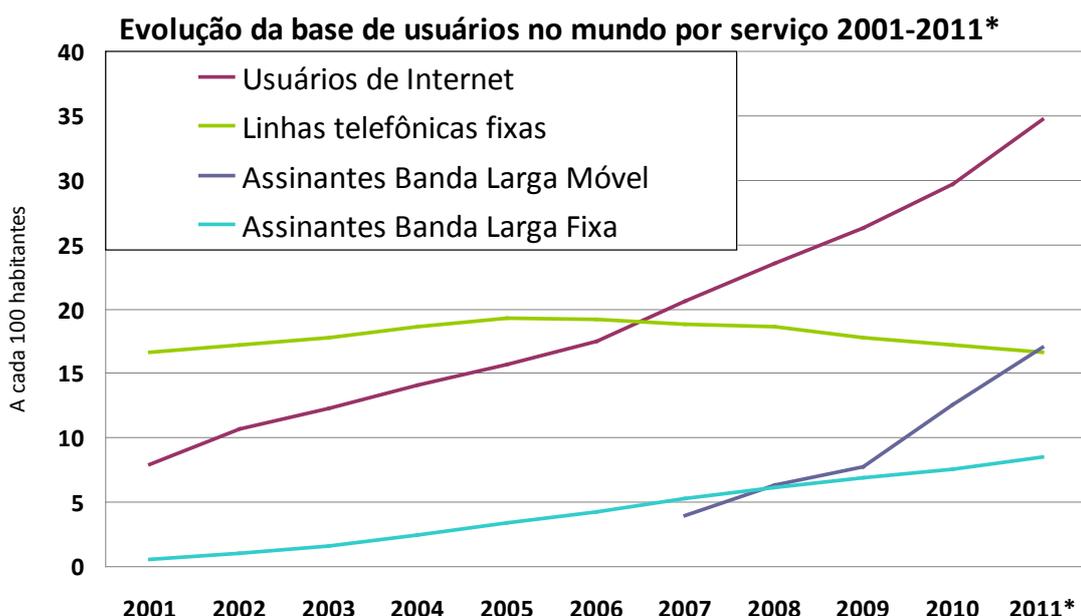
2.1 A Banda Larga no cenário de convergência tecnológica e de serviços

Lançando-se uma análise mais detalhada sobre o perfil dos negócios no setor de telecomunicações no momento atual, observa-se um quadro de estagnação no segmento de telefonia fixa ao mesmo tempo em que ocorre um crescimento dos segmentos de banda larga fixa e móvel, conforme mostrado na Ilustração 2. [18]

Cabe mencionar que o número de assinantes da telefonia móvel, não mostrado na Ilustração 2, é muito grande: em ter-

mos do índice por 100 habitantes, o índice para 2011 é estimado em 86,7 – mais de cinco vezes o número de assinantes de linhas de telefonia fixa. Isso se deve ao fato de que muitos países desenvolvidos já alcançaram um índice razoável de penetração da telefonia fixa, com o atendimento de grande parte dos domicílios. Por sua vez, o serviço móvel estende o conceito de universalização da telefonia ao permitir que a comunicação por voz chegue a cada pessoa individualmente.

Ilustração 2 – Penetração mundial de banda larga. [18]



* Estimativa.

Fonte: ITU World Telecommunication /ICT Indicators database

No caso da banda larga fixa, observa-se que a taxa de penetração por 100 habitantes não é um número tão expressivo. Entretanto, cabem várias observações. Primeiramente, cada terminal de banda larga fixa atende vários usuários, como se verifica na razão entre o número de usuários de Internet e o número de assinaturas (subscriptions) de banda larga fixa. Além disso, não só o volume de investimento necessário para a modernização da infraestrutura de acesso é significativo, como também cada usuário precisa incorrer individualmente na aquisição de computadores pessoais (PCs) ou outros dispositivos similares, muito mais caros do que um terminal móvel. Por outro lado, a penetração crescente de smartphones e tablets, de preço mais acessível, tem feito a taxa de aumento das assinaturas de serviço banda larga móvel ter um crescimento acentuadamente mais rápido nos últimos dois anos do que a taxa respectiva para banda larga fixa.

Um aspecto interessante na discussão sobre terminais no cenário de convergência tecnológica é que eles tendem a ter um efeito positivo sobre o crescimento da demanda dos acessos banda larga. Em outras palavras, quanto mais PCs e terminais móveis são vendidos, mais cresce a demanda por banda larga, seja em número de acessos, seja em velocidade de conexão. Contudo, esses produtos têm um ciclo de vida muito curto, são produzidos em volumes muito grandes e apresentam margens de lucro estreitas. O mercado de terminais tem assumido, portanto, características de um mercado de eletrônica de consumo de massa. Sua dinâmica é diferente do mercado de equipamentos de rede e, por essa razão, não deveria ser tratado como parte do mercado de telecomunicações. Infelizmente, várias estatísticas internacionais não fazem essa distinção.

O aumento da demanda por banda larga e o crescimento dessa infraestrutura se

refletem no aumento do volume de tráfego na rede. Contudo, esse aumento de tráfego não é apenas consequência da demanda dos usuários individuais mas também do crescimento de aplicações no ambiente de cloud computing (“computação em nuvem”). Essas aplicações em “nuvem” afetam o dimensionamento das redes, principalmente pelo fato de que aquelas deixam de ser executadas nos ambientes corporativos restritos e passam para o ambiente distribuído da “nuvem”, frequentemente na forma de serviços (software-as-a-service, platform-as-a-service) gerando, portanto, mais tráfego, maior demanda por banda passante e, principalmente, exigirem requisitos de Qualidade de Serviço (QoS) diferenciados e altos padrões de desempenho da infraestrutura de redes.

Nesse sentido, num processo de mútua influência, a existência de uma boa infraestrutura de banda larga é um fator de estímulo positivo à adoção de aplicações corporativas em “nuvem” e à instalação de grandes complexos de data centers para abrigar servidores das aplicações oferecidas como serviço.

Em suma, com a retração da telefonia fixa, a banda larga fixa cresce como serviço mas requer novos investimentos para atualizar a infraestrutura de rede e deixá-la compatível com o aumento da demanda por banda passante e taxa de conectividade. De outro lado, a banda larga móvel cresce com a penetração da telefonia móvel e os novos investimentos virão com os novos padrões de comunicação sem fio, desenhados para tornar cada vez melhores a velocidade e a qualidade da banda larga móvel.

O impacto econômico da infraestrutura necessária para um novo ambiente fixo e móvel com predominância da banda larga é significativo e estabelece um novo ciclo de investimentos para o qual o mercado tem se reestruturado, conforme é analisado na próxima seção.

2.2 Mudanças na estrutura de oferta de equipamentos e serviços

Com o advento da banda larga e, por conseguinte, dos serviços associados a ela, se faz necessário esclarecer alguns conceitos, em face do caráter amplo do termo “serviços”.

Geralmente, a expressão “serviços de telecomunicações” está associada

aos serviços prestados pelas empresas, concessionárias ou autorizadas, a seus assinantes.

Os serviços de telecomunicações constituem o principal domínio da legislação e da regulação do setor: fala-se de “serviço telefônico fixo comutado”, “serviço móvel

peçoal”, “serviço de comunicação multi-mídia”. Todos esse serviços são prestados sobre a infraestrutura de telecomunicações, especificamente sobre redes de telecomunicações de propriedade das concessionárias ou autorizadas.

A infraestrutura desses serviços de telecomunicações pode suportar a oferta de outros serviços, que acrescentam novas utilidades relacionadas ao acesso, ao armazenamento, à apresentação, à movimentação ou à recuperação de informações. Na atual legislação brasileira, esses últimos são designados formalmente como “Serviços de Valor Adicionado” (SVAs) e não se confundem com os serviços de telecomunicações. Um exemplo simples de SVA é o serviço de tarifação reversa (o “serviço 0800”), suportado pelo serviço de telefonia pública comutada.

Tal diferenciação se mostra complexa à medida que a tecnologia evolui, pois a digitalização dos sinais promoveu uma representação universal para a informação, sob a forma de uma sequência de bits. Assim, respeitadas algumas especificidades técnicas, as redes de telecomunicações se tornam “transparentes” ao conteúdo trafegado. Mais ainda, as prestadoras de serviços podem ofertar SVAs bastante similares aos “serviços de telecomunicações”, competindo com estes últimos e criando conflitos com a regulamentação. Por exemplo, o serviço de Voz sobre IP (VoIP) pela Internet, em particular o Skype, compete com a telefonia comutada, especialmente nas ligações de longa distância e o serviço de vídeo sob demanda, em particular o Netflix, compete com os serviços de TV por assinatura, a saber: Serviço de TV a cabo, Serviço Especial de TV por assinatura (TVA), Serviço de Distribuição de Sinais Multiponto Multicanais (MMDS), Serviço de Distribuição de Sinais de Televisão e de Áudio por Assinatura via Satélite (DTH) e Serviço de Acesso Condicionado (SeAC).

Essa nova infraestrutura, que é fruto da convergência entre telecomunicações e informática e que denominamos de forma genérica como “rede banda larga”, permite então uma explosão de serviços e suas aplicações na Internet, suportada pelo crescimento da capacidade da rede, por meio da fibra óptica, e pela mobilidade dos indivíduos, pro-

porcionada pelas redes sem fio. [21]

Os serviços ofertados por meio da Internet, como a navegação em portais, correio eletrônico, comércio eletrônico e serviços baseados em vídeo (YouTube, Netflix, por exemplo) estimulam o crescimento explosivo da demanda por serviços que lhe dão suporte como, por exemplo, o Serviço de Comunicação Multimídia sobre infraestruturas de rede fixa e, principalmente, o Serviço Móvel Pessoal, sobre infraestrutura de rede móvel. Nesse último caso, previsões recentes indicam que a proliferação de terminais high-end como smartphones, tablets e notebooks continuarão gerando tráfego expressivo nas redes móveis, somando mais de 82% do tráfego total até 2016. [36]

Além disso, os serviços ofertados criam demanda adicional por banda passante caso se baseiem em computação em nuvem, conforme discutido em 2.1.

Uma discussão aprofundada sobre a evolução dos SVAs está além do escopo do presente estudo, pois envolve outras TICs além das tecnologias de banda larga associadas ao domínio tradicional das telecomunicações. Cabe registrar aqui, no entanto, que a dinâmica desse mercado de SVAs é muito próxima da dinâmica do setor de informática, pelo fato de ser um segmento não regulamentado e de não exibir grandes barreiras de entrada, requerendo poucos investimentos para uma empresa entrante no mercado e se valendo da ampla disponibilidade de padrões abertos.

Por outro lado, essa mesma evolução vem promovendo outras mudanças no domínio tradicional das telecomunicações, cuja discussão se mostra relevante para os atores analisados neste trabalho.

Atualmente, as empresas que prestam serviços de telecomunicações encontram-se em um cenário de competição bastante transformado por conta das mudanças apontadas no começo da seção 2.¹ Como consequência, elas têm enfrentado um declínio contínuo nas receitas provenientes

1. No contexto brasileiro, a mudança é ainda mais profunda quando analisada pela perspectiva regulatória. As tradicionais empresas de telefonia, resultantes da privatização do Sistema Telebrás, são denominadas “concessionárias” e exploram o mercado de telefonia em regime público, condicionadas a várias obrigações de natureza regulatória. Já, o mercado de serviços móveis e em banda larga é explorado em regime privado e as empresas provedoras são denominadas “autorizadas”, para as quais o arcabouço regulatório é distinto em vários aspectos.

dos serviços convencionais, forçando-as a buscar novos modelos de negócio.

Um dos modelos mais promissores se baseia na mudança de perfil dessas empresas que tem se deslocado, gradativamente, de empresa de transporte de bits de informação – com altos volumes e margens reduzidas, detentora de ativos de redes – para empresa provedora de serviços, agente de parcerias que apresentem, ao mesmo tempo, diferenciação na disputa pela preferência dos clientes, prazo curto para sua introdução no mercado (time to market) e custo reduzido. [23]

Essa transição traz impactos para a própria organização interna das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações pois suas operações de marketing, vendas, suporte ao cliente tornam-se mais importantes nesse contexto do que as operações técnicas de engenharia e de operação e manutenção da infraestrutura de rede.

Além disso, essas empresas entendem que o risco inerente às escolhas tecnológicas é alto e inibe os investimentos necessários, visto que as novas redes apresentam ciclo de vida cada vez mais curto.

Como consequência, as prestadoras buscam se adequar, terceirizando funções técnicas que lhes eram típicas até alguns anos atrás – desde P&D até atividades de operação e manutenção cotidiana da rede.

A empresa fabricante de equipamentos – o lado “industrial” do setor de telecomunicações – assume, então outros papéis distintos do papel de fornecedor de bens. Primeiramente, como desenvolvedor da tecnologia que irá originar os produtos a serem adquiridos pela prestadora de serviços de telecomunicações.

Um segundo papel assumido pela empresa fabricante é o de instalação, operação, atualização e manutenção das plataformas tecnológicas tais como centrais de comunicação, sistemas de comutação de pacotes, sistemas de transmissão óptica e até mesmo redes de comunicações móveis.

Os novos papéis podem incluir também o de integrador de sistemas, subcontratando outros fornecedores de menor porte e até mesmo fornecedores de tecnologia da informação (TI), tanto hardware quanto software.

Assim, surgem novas oportunidades para as empresas fabricantes entre as quais se destaca principalmente a terceirização (total ou parcial) da operação das redes das empresas prestadoras de serviços de telecomunicação. [1]

Eventualmente, os próprios ativos dessas redes podem ser terceirizados para os fabricantes, que os instalam nas operadoras sob o regime de leasing.²

Esses modelos de negócio se justificam pelos impactos positivos nas estruturas de custos das empresas prestadoras de serviços de telecomunicação, entretanto, alguns deles podem ser limitados em função de impedimentos legais e/ou restrições regulatórias para sua implementação.

Por isso, atualmente, os modelos de terceirização mais praticados são o modelo de operação das redes (terceirização total) e o modelo de gerenciamento da capacidade das redes (terceirização parcial) em função do baixo risco regulatório associado, visto que pouco interferem na relação das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações com seus clientes finais.

Esses modelos de negócio representam uma diversificação nos portfólios das empresas fabricantes e, portanto, uma nova fonte de receitas que pode aumentar o “Fluxo de Caixa Livre” em até 10% e o EBITDA em cerca de 1,5%, contribuindo para a recuperação dos altos investimentos em P&D que essas empresas realizam no novo cenário, como já foi exposto anteriormente. A título de exemplo, na Europa, o segmento de fabricantes é responsável por 25% do investimento em P&D em todos os segmentos de atividade econômica, contribuindo com cerca de 1% do PIB da região. [1]

Como se observa na Ilustração 3, no período de 2000 a 2009, foram analisados os investimentos em P&D realizados pelas 250 empresas com maior faturamento no setor de TICs, cujas matrizes encontram-se distribuídas em 44 países³. Dessas 250 empresas, 73 são provedores de serviços de telecomunicações (Telcos) e 177 são empresas

2. No Brasil, esse modelo de negócio é vedado às empresas concessionárias em face de restrições regulatórias como, por exemplo, a obrigação de manter a base de ativos destinados à prestação do serviço em regime público na condição de bens reversíveis à União.

3. Desses 44 países, 5 são os países do bloco denominado BRICS e, dos demais, apenas 27 são membros da OCDE.

de Tecnologia da Informação, fabricantes e prestadores de serviços de TI. [3]

Em particular, os fabricantes de equipamentos de telecomunicações investiram em P&D recursos que variaram entre 11% e 12% do seu faturamento. Dentro de todo o segmento de TICs, ficaram abaixo apenas dos segmentos de microeletrônica e de software.

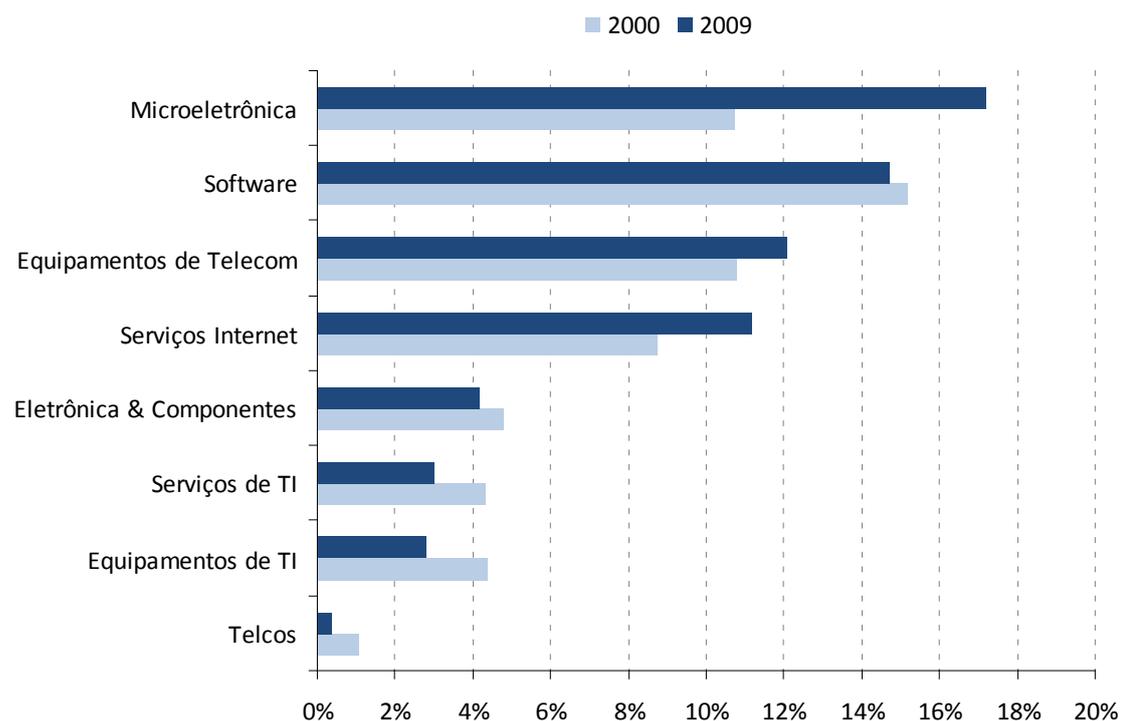
Em geral, esses fabricantes são empresas globais cujas participações nos mercados de seus países de origem representam apenas uma parte de suas receitas.

Ou seja, com o objetivo de amortizar os investimentos em P&D, as empresas fabricantes avaliam duas estratégias distintas: globalizar suas operações e/ou

adotar novos modelos de negócio com crescente participação na prestação de serviços. Esses novos modelos de negócio exigem que os fabricantes assumam uma ampla oferta de soluções, em termos de produtos e serviços, voltadas para infraestruturas de redes de suporte a serviços fixos, móveis e, principalmente, banda larga.

Além disso, para tornarem-se os futuros parceiros das empresas de telecomunicações na terceirização das plataformas, é necessário que, no curto prazo, sejam os fornecedores preferenciais dessas plataformas, de forma a conquistar um estreito relacionamento com as empresas.

Ilustração 3 – Investimentos de P&D sobre o faturamento (TICs). [3]



Em decorrência da maior velocidade de obsolescência das redes de suporte aos serviços banda larga, é esperado que as empresas fabricantes assumam cada vez mais atividades de engenharia que antes eram executadas pelas próprias operadoras, tais como planejamento, projeto, implantação, operação e manutenção das redes. Com isso, as empresas de telecomunicações es-

peram auferir uma série de benefícios, tais como: [32]

- Relacionamento com um único fornecedor capaz de prover soluções completas, com altos níveis de qualidade;
- Planejamento e implantação de redes de futura geração com custos viáveis;
- Parceiro tecnológico com foco em inovação, cujo plano de migração garanta o

menor impacto no negócio;

- Alinhamento das tecnologias selecionadas com a estrutura de custos, com os processos internos e com crescimento planejado para a empresa;

- Parceiro “classe mundial”, com experiência e capacitação em terceirização de operação de redes.

Em função dessa expectativa, as empresas fabricantes de equipamentos têm sido pressionadas a ampliarem seus portfólios, com ofertas que incluam sistemas de software para suporte a operação e negócios, projetos de engenharia inclusive turn-key⁴ e até mesmo a operação, manutenção e administração das redes.

Em caso recente, a fabricante Ericsson adquiriu a Telcordia por U\$ 1,15 bilhões⁵ com o objetivo de expandir seu portfólio de software e de serviços gerenciados para as empresas prestadoras. Tal estratégia visa evitar a concorrência direta com os fabricantes chineses, cuja entrada nos diferentes mercados têm pressionado por uma redução significativa nos preços praticados, comprometendo as margens e dificultando a diferenciação entre os diferentes players.

Dessa forma, a Ericsson prevê que sua receita decorrente de serviços supere a receita advinda de equipamentos nos próximos cinco anos⁶. Entretanto, essa estratégia insere a empresa fabricante de equipamentos em um segmento altamente competi-

vo com empresas de sistemas tradicionais como, por exemplo, IBM, Oracle e SAP que já atuam no segmento de sistemas de suporte a negócios (BSS) e à operação (OSS)

Outras empresas fabricantes também buscam novas receitas por meio da oferta de serviços de operação e manutenção. A Alcatel-Lucent, por exemplo, oferece um pacote de serviços denominado PSS (Pro-active Services Suite) que proporciona o monitoramento e a análise de desempenho das redes, de forma a identificar problemas e recomendar ações pró-ativas, antecipando-se às solicitações dos clientes finais. Inicialmente voltado para sistemas móveis fabricados pela própria fabricante, o pacote deve ser ampliado para outras plataformas tecnológicas e outros fabricantes⁷.

Em resumo, o cenário para os fabricantes de equipamentos mudou substancialmente nas duas últimas décadas: de um mercado com forte proteção no âmbito local, para um mercado competitivo em escala global; de padrões fechados e proprietários para padrões abertos; de um regime P&D sustentado principalmente pelas grandes operadoras (clientes) para um regime de responsabilidade dos fabricantes. Nesse novo contexto, os fabricantes deixam de ser apenas fornecedores de equipamentos para assumir outros papéis junto às operadoras, principalmente sob a forma de serviços numa relação de médio a longo prazo com elas.

2.2 Países líderes, produção mundial e comércio internacional

Desde 2008, a OCDE modificou a forma como são classificados os equipamentos de comunicação que inclui os seguintes tipos de equipamentos: [25]

- Alarmes antifurto ou anti-incêndio;
- Aparelhos para transmissão e recepção de voz, imagem ou dados, incluindo aparelhos celulares;
- Aparelhos telefônicos sem fio para redes fixas;
- Partes e componentes para aparelhos telefônicos e outros aparelhos para transmissão e recepção de voz,

imagem ou dados.

Sendo que, a categoria representada pelos “Aparelhos para transmissão e recepção de voz, imagem ou dados, incluindo aparelhos celulares” apresenta participação média de 85% de todas as exportações realizadas no período entre 1999 e 2009.

Atualmente, o mercado de fabricantes de equipamentos para telecomunicações é liderado pela China, maior exportador do mundo, com valor de

4. Modalidade de projeto, cuja execução fica a cargo do desenvolvedor/fornecedor e inclui a instalação e ativação dos equipamentos para imediata utilização, por parte do contratante.

5. Ericsson to acquire Telcordia, disponível em: http://www.telcordia.com/news_events/pressreleases/2011/06142011.html.

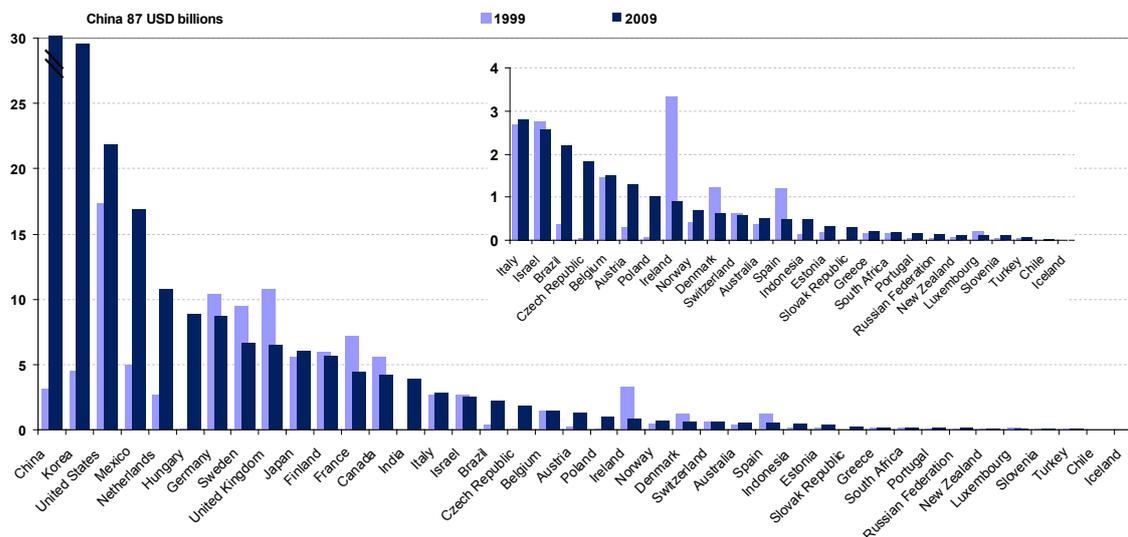
6. “Ericsson dá mais atenção aos serviços”, disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/1003316/ericsson-da-mais-atencao-aos-servicos/>.

7. “Ericsson dá mais atenção aos serviços”, disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/1003316/ericsson-da-mais-atencao-aos-servicos/>.

transações em torno de U\$ 87 bilhões. Em seguida, os maiores exportadores são Coréia do Sul, EUA e mais recente-

mente, México, Holanda e Hungria que superaram a Alemanha, Suécia e Reino Unido, conforme Ilustração 4. [4]

Ilustração 4 – Maiores exportadores de equipamentos de telecomunicações. [4]



Entre 1999 e 2009, a participação da China nas exportações mundiais de equipamentos para telecomunicações apresentou aumento de 27 vezes, a despeito da crise financeira de 2009. Em relação às transações com os países-membros da OCDE apresentava, ao final da década de 90, um saldo de balança comercial equilibrado e que evoluiu para um saldo extremamente positivo em torno de U\$ 47,6 bilhões em 2009.

Com a expansão chinesa e o agravamento da crise, quase todos os países apresentaram retração em suas participações nos mercados global e regionais. Em particular, no grupo de países-membros da OCDE, somente Coréia do Sul, México, Holanda e Hungria aumentaram suas exportações, em relação ao volume total de exportações da OCDE. A Coréia do Sul ampliou suas exportações de U\$ 4,6 bilhões para U\$ 29,6 bilhões, ou seja, 553 % de expansão, a Holanda ampliou suas exportações em 299 % e o México em 242 %.

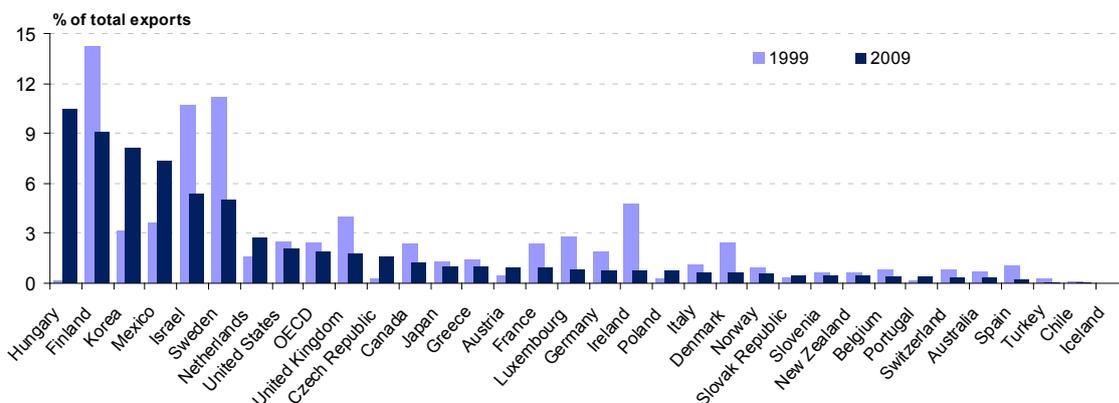
Destaca-se, entretanto, a evolução da Hungria que saltou de um volume de exportações, em torno de U\$ 49 milhões (1999), para U\$ 8,8 bilhões (2009), ou seja, aumento de 180 vezes.

Com isso, a Hungria passa a ocupar a sexta posição e ser apontada, desde 2009, como um dos ambientes mais propícios à formação de clusters especializados na produção de equipamentos para telecomunicações, efeito decorrente da transferência de atividades executadas originalmente em países desenvolvidos, e que possibilita a pequenas e médias empresas de TICs assumirem papéis de maior valor na cadeia produtiva como, por exemplo, atividades de PD&I. [5]

Outros países que se destacaram na especialização de seus parques fabris, a partir da formação de clusters voltados para a produção de equipamentos para telecomunicações foram: Finlândia, Suécia, Israel, Coréia do Sul e México.

Nesse caso, o grupo formado por Finlândia, Suécia e Israel optou por diversificar sua estratégia de exportação a partir de 1999, apresentando, desde então, uma taxa de crescimento anual média negativa: Finlândia (-4,4%), Suécia (-7,7%) e Israel (-6,6%), enquanto os demais apresentaram níveis de especialização cada vez maiores: Hungria (48,9%), Coréia do Sul (9,9%) e México (7,3%), conforme se observa na Ilustração 5. [4]

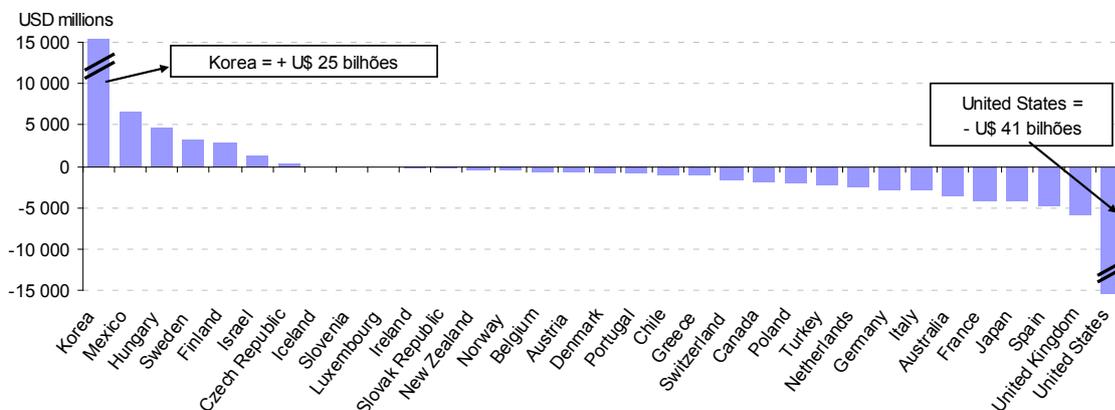
Ilustração 5 – Participação das exportações de equipamentos de telecom no total de exportações. [4]



O resultado expressivo obtido por esses países pode ser observado por meio do saldo de suas balanças comerciais

para o segmento de equipamentos de telecomunicações, conforme se observa na Ilustração 6.

Ilustração 6 – Balança Comercial da OCDE. [4]



Não por coincidência, os países cujas exportações de equipamentos para telecomunicações apresentaram alta participação, em relação a seus PIBs de 2009, foram: Hungria (6,85%), Coréia do Sul (3,55%), Finlândia (2,39%) e México (1,94%). A título de comparação, as exportações brasileiras representaram somente 0,14 % do PIB de 2009.

Vale ressaltar que o desempenho das exportações de equipamentos é um dos muitos fatores que podem indicar

o grau de desenvolvimento do setor de TICs nos diferentes países.

De fato, um dos índices utilizados para mensurar a inovação é o Global Innovation Index, que considera a exportação de produtos com alta intensidade tecnológica um dos fatores que contribuem para a difusão de conhecimento observada nos diferentes países. [26]

Da mesma forma, as receitas obtidas por meio de royalties e licenciamento de tecnologia, em relação aos PIBs dos

diferentes países, também contribuem para a difusão de conhecimento.

Por isso, ao comparar os seis países Ilustração 6 que apresentam saldo da balança comercial significativamente positivo: Coreia do Sul, México, Hungria, Suécia, Finlândia e Israel, observa-se que nem todos apresentam alto percentual de receitas de royalties e de licenças, em comparação a seus PIBs.

A Suécia é o país da OCDE que apresenta o maior percentual (1,16%), sendo o 3º do ranking. Na sequência aparecem Finlândia (7º), Holanda (8º), Hungria (10º), Israel (15º), Coreia do Sul (16º) e México (34º). [26]

Ou seja, no caso do México é necessário dissociar o desempenho da balança comercial de equipamentos da capacidade do país em gerar receitas decorrentes de royalties e licenças de tecnologias. Ao contrário, a Hungria parece ser um bom exemplo de equilíbrio entre esses dois fatores. As receitas de royalties e licenças representam 0,62% do PIB. [26]

Em termos de balança comercial, o país já apresentava o maior valor relativo em transações comerciais de TICs da Europa e da OCDE no ano de 2007 – seja em relação ao PIB bem como per capita – em função do forte crescimento apresentado nos anos anteriores. Entre 2003 e 2007, a taxa de crescimento anual média foi de 6,5%, bem acima da média dos países europeus, que ficou em torno de 2,6%. [6]

Os fatores que explicam os investimentos atraídos pelo mercado húngaro são:

- Taxa de crescimento significativa nos últimos anos;
- Mão-de-obra com alta especialização e produtividade;
- Expansão de alguns segmentos e rápido crescimento do mercado de software;
- Transferência contínua de unidades de grandes multinacionais de TICs para a Hungria, incluindo seus departamentos de P&D;
- Política industrial favorável.

Do total das exportações húngaras de 2007, cerca de 37% são representadas por software e serviços de TI e em torno de 63% decorrem de atividades relacionadas com a produção de equipamentos e componentes: eletrônica de mas-

sa, componentes eletrônicos, terminais móveis, equipamentos de telecomunicações e terceirização de processos (offshore/nearshore).

Empresas multinacionais baseadas na Hungria lideram as exportações em TICs, para os mercados global e europeu sendo que, cerca de 90% de sua produção é centrada em hardware. Entre aquelas que possuem divisões de PD&I na Hungria estão: Siemens, Ericsson, Nokia, SAP e Tata.

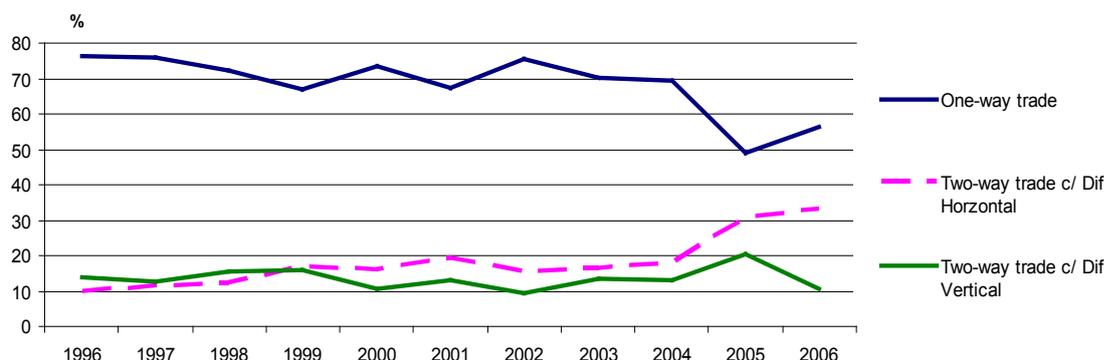
Outro aspecto importante observado no processo de especialização desses países diz respeito à capacidade de produzir equipamentos de telecomunicações com maior nível de qualidade e grau de inovação, de forma a enfrentar a competição e a rápida obsolescência tecnológica.

Tal capacidade pode ser inferida a partir da análise dos fluxos comerciais desses equipamentos, que são classificados conforme a seguir:

- One-way trade: fluxo no qual não existe troca bilateral de bens de mesma categoria, ou seja, somente um país exporta tais bens;
- Two-way trade com diferenciação vertical: fluxo no qual dois países importam e exportam bens similares, porém de diferentes níveis de qualidade;
- Two-way trade com diferenciação horizontal: : fluxo no qual dois países importam e exportam bens similares e com níveis de qualidade comparáveis.

Em análise desses diferentes fluxos para os países-membros da OCDE, observa-se na Ilustração 7 uma redução nos dois primeiros tipos de fluxo e um aumento no terceiro tipo, entre 1996 e 2007, indicando que os países-membros têm buscado produzir equipamentos de telecomunicações com maior nível de qualidade e grau de inovação. [5]

Ilustração 7 – Fluxos comerciais entre países-membros OCDE. [5]



Porém, a maior preocupação desses países atualmente diz respeito à atuação da China, para a qual se espera uma estratégia de migrar sua produção, dos atuais

equipamentos low-end, para equipamentos high-end, comprometendo assim a capacidade desses países em manter a diferenciação competitiva de seus produtos.

2.3 Políticas de difusão dos serviços e de apoio à produção

Desde 2004, os países-membros da OCDE vêm adotando recomendação de seu conselho para revisar as políticas voltadas para o desenvolvimento do mercado de acesso banda larga, com o objetivo de promover a inovação e a eficiência no provimento dos novos serviços. [7]

As recomendações são no sentido de que as políticas devem criar um ambiente que induza novos investimentos do setor privado, por meio de ações que estimulem a competição, a aplicação de novas tecnologias na infraestrutura, a neutralidade tecnológica, a segurança da informação e os programas de universalização e de P&D. Com a estagnação do setor, decorrente da crise financeira de 2009, os países intensificaram seus

programas de estímulo voltados para o setor de TICs para combater os efeitos da crise sendo que, as dez maiores prioridades são: [3]

- Redes e sistemas de segurança da informação;
- Banda Larga;
- Programas de P&D;
- governo eletrônico,
- Núcleos (clusters) e redes de inovação;
- TICs voltadas para a empregabilidade;
- Conteúdo digital;
- Proteção do consumidor;
- Difusão tecnológica nos negócios;
- Difusão tecnológica nas residências.

Observa-se que políticas voltadas para a difusão da banda larga e para programas de P&D estão contemplados entre as prioridades.

2.3.1 Políticas de difusão do acesso aos serviços banda larga

Desde o aprofundamento da crise de 2009, os países da OCDE têm criado programas de estímulo à difusão do acesso aos serviços banda larga, com o intuito de combater os efeitos da crise no que se refere à manutenção dos postos de trabalho

e à criação de condições para a recuperação das economias de forma sustentável. Dentre eles, merece destaque a Austrália cujo programa de recuperação destina cerca de 11% para a difusão da banda larga, dos US\$ 30 bilhões previstos. [17]

Tabela 1 – Objetivos dos programas de estímulo. [17]

País	Previsão para conclusão	Escopo do programa	
		Em relação a acessos existentes	Em relação a novos acessos rurais
Austrália	2018	Ampliar a taxa de transmissão para 100 Mb/s para 90% dos domicílios, escolas e estabelecimentos comerciais, por meio de FTTH/FTTB.	Os 10% restantes devem ser atendidos por meio de tecnologias sem fio.
Canadá	2012		Voltado para ampliar a cobertura de serviços banda larga para comunidades não atendidas até 2009.
Finlândia	2015	Ampliar a taxa de transmissão download para, ao menos, 1 Mb/s para 100% dos domicílios até 2010, chegando a 100 Mb/s até 2016.	O programa inclui os domicílios rurais.
França	2012	Ampliar a taxa de transmissão ultra banda larga para 4 milhões de domicílios por meio de FTTH até 2012. Além disso, 400 novos pontos de acesso em escolas nos próximos cinco anos e modernização dos existentes.	Provimento de acesso universal à Internet banda larga, a preços módicos, até 2010.
Alemanha	2018	A segunda fase do programa é prover acesso banda larga a 50 Mb/s a, pelo menos, 75% dos domicílios urbanos, até 2014.	A primeira fase do programa é prover acesso banda larga a 1 Mb/s a todas as domicílios rurais, até 2010.
Irlanda	2010		Provimento de serviços banda larga aos 33% do território do país sem cobertura e atender os 10% da população residente nessas áreas com pelo menos 1,2 Mb/s.
Japão	2010		Implantação de infraestrutura banda larga para áreas rurais, de forma a eliminar a exclusão digital e permitir o acesso banda larga para o provimento de TV a cabo, telecentros, programas de prevenção a desastres etc.
Portugal	2010	Ampliar as conexões às redes ópticas para 1,5 milhão de domicílios e estabelecimentos comerciais e melhorar os serviços de Internet banda larga, televisão e voz. Além disso, o programa previa uma penetração de 50% para os serviços banda larga residencial, até 2010.	
Singapura	2013	Ampliar as conexões banda larga para domicílios e estabelecimentos comerciais até 2013, sendo 60% delas totalmente ópticas, por meio da implantação de redes NGN nacionais.	
Coréia do Sul	2013	Ampliar a taxa de transmissão para 1 Gb/s até 2012, evoluir as redes existentes para redes IP e ampliar a capacidade dos serviços banda larga em 3G para 40 milhões de usuários.	
Espanha	2012		Programa voltado para ampliar a cobertura a áreas rurais e/ ou isoladas, por meio da implantação de backhauls ópticos
Estados Unidos	2010		Programa voltado para ampliar a cobertura de serviços banda larga em áreas não atendidas e melhorar os serviços em áreas subatendidas.

Muitos desses países estão preocupados com a perspectiva de redução da competição na oferta de serviços banda larga, no longo prazo, devido à tendência de consolidação das empresas prestadoras e conseqüente redução no número de operadores de redes, que servem de suporte aos serviços banda larga. À medida que isso ocorre, o acesso das empresas prestadoras a essas redes pode ser comprometido, visto que o controle é feito pelas poucas empresas que detêm infraestrutura. [4]

No sentido de regular o acesso, alguns países estão introduzindo a separa-

ção funcional das empresas detentoras de infraestrutura como, por exemplo, o Reino Unido, enquanto outros estão obrigando a separação estrutural vertical como, por exemplo, Austrália e Nova Zelândia que, por meio de seus planos nacionais de banda larga separaram os segmentos de atacado e de varejo das empresas de telecomunicações.

Por outro lado, países com altas densidades populacionais e cidades com alto grau de verticalização têm estimulado a competição por infraestrutura, por meio do uso das tecnologias de próxima geração (NGN), eliminando assim a necessida-

de de separação vertical como é o caso, por exemplo, de Hong Kong, China e Coréia do Sul.

Outras alternativas tecnológicas como, por exemplo, as redes sem fio, são consideradas imprescindíveis para promover a competição, à medida que substituem alguns serviços de telecomunicações tradicionais e complementam os novos.

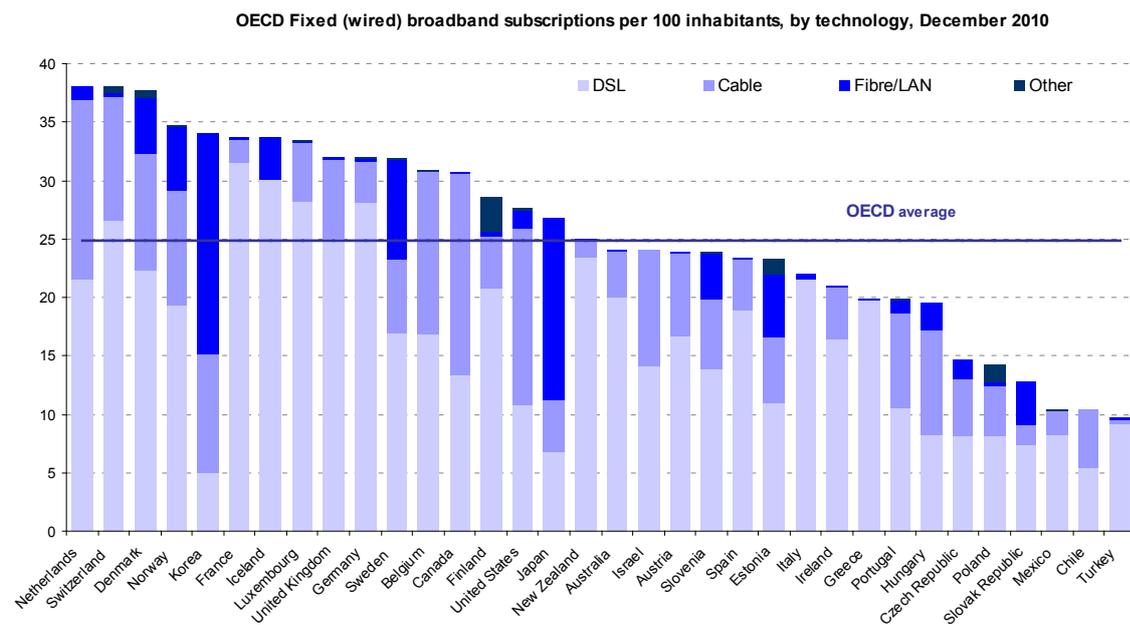
Em relação às políticas voltadas especificamente para estimular investimentos em novas tecnologias de infraestrutura de rede, destaca-se o caso da Holanda que, em 2004, estabeleceu um plano para atingir o maior índice de penetração de serviços banda larga, com

taxas maiores do que 10 Mbps. [9]

Com esse plano, o governo estimulou programas de PD&I em tecnologias de banda larga e deixou a cargo do mercado a responsabilidade pela implantação dessa infraestrutura de nova geração, restando ao governo criar o estímulo à competição e ao desenvolvimento de novos serviços.

Como consequência, o mercado se desenvolveu e, desde 2006, a Holanda possui o maior índice de penetração de serviço de acesso fixo banda larga do mundo sendo que, em 2010, superou a marca de 38 terminais (por 100 habitantes), seguida pela Suíça, Dinamarca, Noruega e Coréia do Sul, conforme Ilustração 8. [7]

Ilustração 8 - Densidade de assinaturas banda larga cabeada por 100 hab. [7]



Deve-se observar que a Holanda é o país que apresenta a segunda maior densidade populacional entre os países-membros da OCDE, com 405 hab/km², logo após a Coréia do Sul que apresenta 489 hab/km² e é superior à densidade do Japão que é 337 hab/km².

Entretanto, o país que apresentou a maior taxa de crescimento de penetração do serviço de acesso fixo banda

larga foi a Grécia, cujo índice de terminais (por 100 habitantes) saltou de 0,42 (2004) para 19,7 (2010).

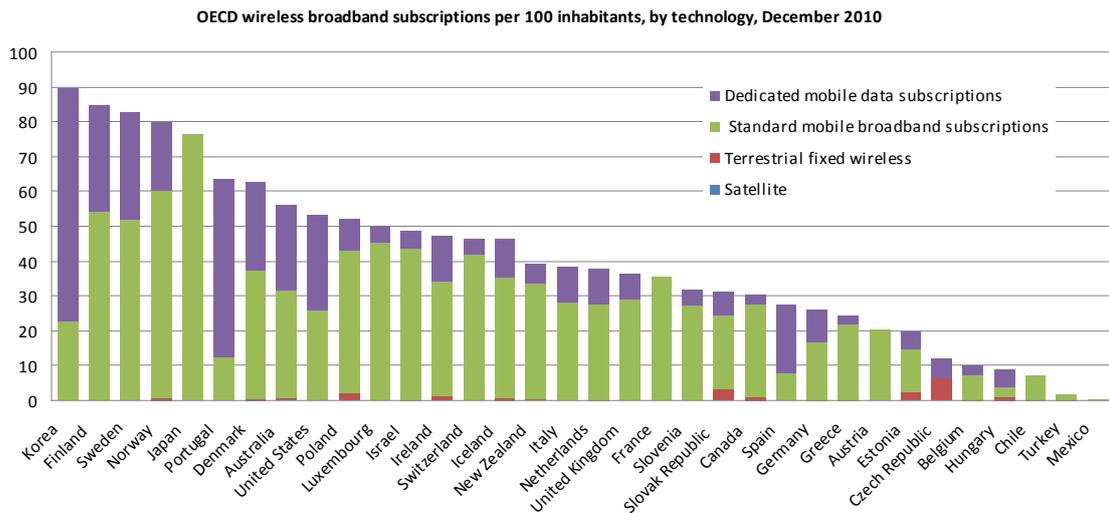
Esse crescimento se deu em função do plano de desenvolvimento dos serviços banda larga do governo grego, que priorizou a implantação de infraestrutura de backbone em 75 áreas metropolitanas e financiou projetos que atendessem ao menos 20 pontos de conexão de interesse

público em cada uma das áreas envolvidas como, por exemplo, escolas, hospitais e bibliotecas. Após a ativação das redes, a sua operação e fruição ficaram a cargo de organizações indicadas sendo que, parte da capacidade instalada pode ser comer-

cializada de forma a subsidiar os custos de operação e manutenção das redes. [10]

Já em relação aos acessos sem fio, os cinco países com maior índice são observados na Ilustração 9: Coreia do Sul, Finlândia, Suécia, Noruega e Japão.

Ilustração 9 - Densidade de assinaturas banda larga sem fio por 100 hab. [7]

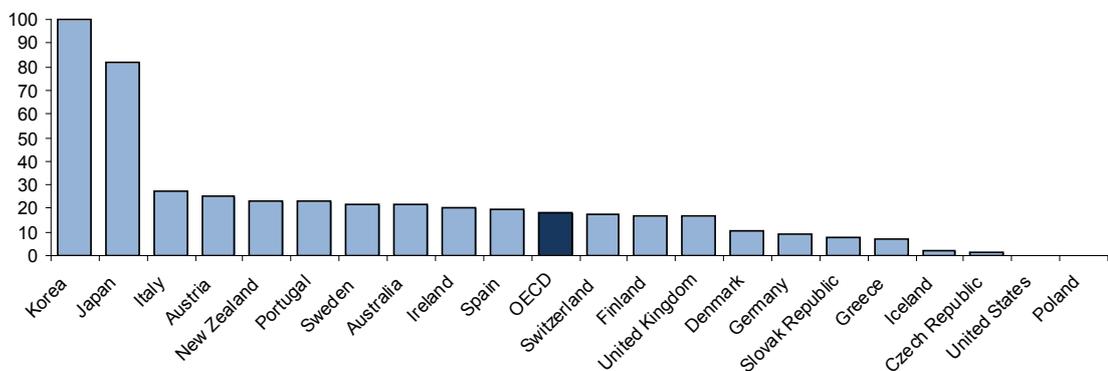


Em particular, a Coreia do Sul deve seu alto índice de penetração de acesso banda larga sem fio ao fato das conexões móveis no país serem estabelecidas por meio de redes CDMA-2000,

oficialmente considerada como parte do padrão IMT-2000 de terceira geração (3G) do ITU. Em 2007, a totalidade⁸ das conexões se deu com esta tecnologia, conforme Ilustração 10. [5]

Ilustração 10 – Participação das conexões 3G em relação ao serviço móvel. [5]

3G subscribers as a percentage of total mobile subscribers



8. No caso da Coreia do Sul, dados sobre sistemas terrestres fixos sem fio não se encontravam disponíveis.

Desde então, os operadores móveis vêm promovendo a evolução dessas plataformas sem fio, conforme plano estratégico do governo coreano. Denominado IT-839⁹, o plano estabelece a migração das redes móveis para o protocolo HSPA (High Speed Packet Access), evolução do WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access). [11]

Por sua vez, a Finlândia apresenta um dos segmentos de comunicações móveis mais inovadores da Europa. O país foi o primeiro do mundo a implantar sistemas GSM comerciais e o primeiro da Europa a outorgar licenças em sistemas 3G, em 1999, com sua base de clientes representando cerca de um terço do total de assinantes. Além disso, o país foi um dos primeiros a implantar sistemas LTE (Long

Term Evolution), juntamente com Noruega e Suécia. [12]

Em 2009, o governo outorgou licenças na banda de 2,5-2,69GHz, com período de outorgas válido até 2029. Tal segurança regulatória estimulou as empresas a investirem na evolução das plataformas móveis para essa faixa em 2010, com sistemas banda larga HSDPA e, em 2011, com sistemas LTE.

Além disso, em 2005, o governo destinou o espectro de 450 MHz, até então atribuído ao Nordic Mobile Telephony (NMT), para sistemas sem fio banda larga que dêem suporte à mobilidade e com cobertura de grandes áreas, principalmente, na zona rural. Essa iniciativa garantiu o provimento dos serviços banda larga em todo o país.

2.3.2 Políticas industrial e de P&D

Em relação a políticas voltadas para a produção, deve-se observar o caso da Coreia do Sul que é o segundo maior exportador de equipamentos para telecomunicações do mundo, após a China, e que apresenta o maior saldo positivo de balança comercial do setor, em torno de U\$ 25 bi. Além disso, seus altos índices de penetração dos serviços demonstram um mercado interno de serviços de telecomunicações muito expressivo.

Por meio do plano estratégico IT-839, o governo desenvolveu tecnologias e viabilizou mercados para sistemas como, por exemplo, TV Digital terrestre T-DMB, wireless WiBro (adotado em

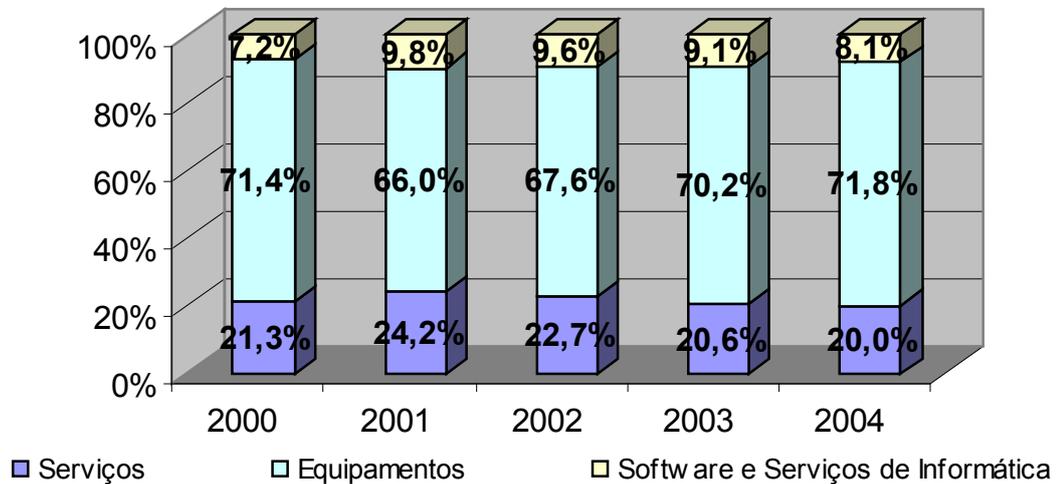
2005 como padrão IEEE802.16e pelo WiMAX Fórum) e sistemas de acesso banda larga sem fio móvel que, desde então, têm apresentado participação crescente nas exportações do país. [11]

Um dos pilares do plano estratégico coreano foi o fortalecimento do desenvolvimento tecnológico no país, criando estímulos para atrair centros de P&D de empresas líderes do setor como, por exemplo, Intel e IBM (2004) e Motorola (2005).

Entre 2000 a 2004, cerca de 70% da produção do setor se concentrou na produção de hardware, conforme se observa na Ilustração 11. [11]

9. Esse plano foi lançado em 2004, com o objetivo de transformar o país em um país "ubíquo" por meio da construção de uma infraestrutura de rede de nova geração e desenvolvimento de novos serviços, de forma a atingir a meta de um PIB per capita de U\$ 20 mil.

Ilustração 11 – Volume de produção em TICs (%). [11]

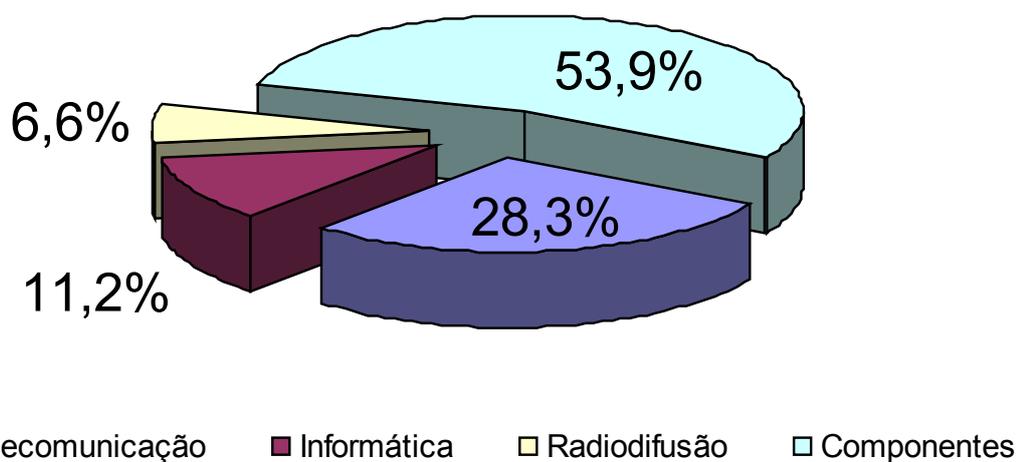


Em particular, no ano de 2004, mais da metade da produção sul-coreana foi destinada à fabricação de componentes

e mais de um quarto foi destinada à fabricação de equipamentos de telecomunicações, Ilustração 12.

Ilustração 12 - Produção de hardware. [11]

Produção de Equipamentos



Entre os componentes, 77% da produção se referem a componentes semicondutores. Já, em relação aos equipamentos de telecomunicações, 83,6% são representados por plataformas do tipo wireless e 16,4% são plataformas do tipo wireline.

Apesar da produção expressiva de componentes, a balança comercial da Coreia do Sul para esse segmento se mostra muito equilibrada, resultando em um saldo positivo de apenas 0,2% (diferença entre valores exportados e importados), sendo

um pouco maior para o caso de componentes semicondutores (7,8%).

Portanto, o maior saldo comercial se concentra no segmento de equipamentos para telecomunicações, em particular as plataformas wireless. Em 2004, o saldo comercial dessas plataformas ficou acima de 1.000% e sua exportação representou mais de 95% das exportações de equipamentos para telecomunicações, totalizando 26% de todas as exportações sul-coreanas daquele ano.

3. PRINCIPAIS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

As redes de telecomunicações estão evoluindo para uma arquitetura voltada a suportar basicamente serviços em banda larga. Isto significa serem baseadas na comunicação de pacotes e transportar diferentes classes de tráfego - voz, dados, vídeo. Conceitualmente, as funções relacionadas aos serviços propriamente ditos devem ser independentes das tecnologias relacionadas ao transporte e devem ser capazes de oferecer acesso irrestrito a diferentes provedores de serviço bem como suportar uma mobilidade generalizada¹⁰.

Essa evolução está associada ao predomínio do protocolo IP e demais protocolos a ele associados nas redes de telecomunicações. Trata-se de um conjunto robusto de protocolos, largamente difundido, prático para interconectar redes diferentes e que tem se mostrado capaz de evoluir e suportar as diferentes classes de tráfego requeridas num ambiente de banda larga.

O protocolo IP é objeto do domínio "lógico" da rede, isto é, da interconexão lógica entre os diferentes equipamentos que compõem a rede de comunicação: terminais, computadores, servidores, roteadores e assim por diante. Os elementos-chave dessa interconexão são os roteadores.

O domínio "físico", isto é, da interconexão física dos elementos de rede, abrange outras tecnologias e equipamentos, voltados principalmente para a transmissão da informação. Aqui, devem se distinguir entre os equipamentos e sistemas dedicados ao "acesso à rede", que conectam um terminal de usuário ao núcleo da rede e os equipamentos e sistemas que transportam a informação em grande volume agregado de bits e que constituem o "núcleo" da rede (ou "rede-núcleo").

No núcleo da rede, a tendência, já fir-

mada há alguns anos, é que a transmissão de dados seja feita majoritariamente por meio da tecnologia de comunicações ópticas, devido à sua enorme capacidade (isto é, banda passante) e às suas características inerentes no sentido de aumentar essa mesma capacidade. A fim de permitir a construção de redes ópticas transparentes e escaláveis, a União Internacional de Telecomunicações – UIT criou um padrão designado como OTH ou OTN (Optical Transport Hierarchy ou Network), um "envelope digital" que encapsula os dados independentemente do seu formato original. Dessa forma, além da grande capacidade de transmissão, as redes ópticas passam a dispor de flexibilidade, recursos de gerenciamento e mais eficiência no transporte de bits.

De forma complementar à tecnologia óptica, no entanto, cabe mencionar duas tecnologias sem fio que encontram espaço em alguns cenários, inclusive o brasileiro: a comunicação por satélite, particularmente em regiões remotas, de difícil acesso; e o enlace por rádio ou micro-ondas, interessante para interligar os grandes troncos da rede-núcleo aos pontos de concentração do acesso, quando essas interligações não exigirem grande capacidade, mas demandarem soluções de rápida instalação a um custo não muito elevado.

No domínio da rede de acesso, a tendência é que coexistam diferentes tecnologias. Aqui, a variedade de situações é muito grande, exigindo soluções de engenharia adequadas a cada contexto.

A escolha da tecnologia mais adequada para o acesso banda larga precisa levar em conta aspectos da topologia e da instalação da rede legada, quando houver; topografia da região a ser atendida; e perfil econômico e demográfico dos usuários. É sempre importante lembrar que no

10. Esta conceituação se baseia na definição da Recomendação ITU-T Y.2001 (dez/2004).

acesso, um critério dominante de escolha deve ser sempre o custo acessível para o usuário final, enquanto no núcleo da rede o desempenho é um fator mais importante.

No chamado “acesso com fio” (wired access ou wireline access), ainda predominam os enlaces em pares de cobre por causa de toda a rede legada da telefonia fixa comutada. Entretanto, os enlaces e em cabos coaxiais, associados às redes de televisão a cabo, também são bastante utilizados. Em ambas as alternativas é frequente a existência de trechos em fibras ópticas especialmente os trechos primários da rede, que não chegam diretamente aos prédios onde se encontram os terminais de usuários. A extensão das fibras ópticas até os prédios (FTTH – Fiber to the home ou FTTB – Fiber to the building), contudo já se mostra competitiva em algumas circunstâncias. A utilização de sistemas baseados em fibras ópticas é uma tendência crescente, principalmente, por ser uma infraestrutura mais robusta no que concerne à necessidade de aumento de capacidade ao longo do tempo para atender a demanda por serviços que demandam cada vez mais banda passante (Mbit/s).

No “acesso com fio” (wireless access), a dinâmica tecnológica é um pouco diferente. Ao longo da década de 2000 ocorreu uma competição entre padrões que somente agora começa a se definir.

Nas distâncias muito curtas, na faixa até algumas dezenas de metros, como acontece dentro de ambientes corporativos e residenciais, a tecnologia WiFi (padrão IEEE 802.11) se impôs como dominante. Esta tecnologia pode ser encarada como um complemento às tecnologias de acesso com fio, pois ela permite ao usuário dispor de uma mobilidade restrita, ou nomadicidade, a partir de uma base que se conecta à Internet pela rede fixa. A tecnologia WiFi é muito barata e economicamente acessível para os usuários poderia ser considerada, praticamente, como uma tecnologia da eletrônica de consumo.

Em distâncias médias – centenas de metros a algumas dezenas de quilômetros – como áreas urbanas, suburbanas e rurais, a questão é outra. Nesse domínio existem várias tecnologias e padrões que procuram ocupar fatias de mercado e impor sua dominância.

De um lado, existem no mercado solu-

ções, tanto proprietárias quanto padronizadas, voltadas basicamente para o acesso por rádio como sucedâneo do acesso com fio, numa topologia ponto-multiponto. Ao longo da última década, uma evolução tecnológica importante foi representada pela tecnologia WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), uma tecnologia baseada nos padrões da série IEEE 802.16 que permite o acesso banda larga sem fio no “último quilômetro”, em competição direta com as infraestruturas de rede cabeada, como xDSL e cabo coaxial.

De outro lado, oriunda do setor tradicional de telecomunicações, vem evoluindo uma linhagem de tecnologias sem fio, concebidas desde início de forma sistêmica, visando uma rede móvel. É a família GSM / 3G / HSPA / LTE / LTE-A¹¹ de comunicações móveis. Essa família começou com foco na telefonia (serviço de voz) e foi gradualmente incorporando funcionalidades para o acesso à rede de dados e ao aumento da banda disponível. Seu caráter de tecnologia e respectivo padrão sistêmico buscam assegurar aos seus usuários ampla interoperabilidade e compatibilidade com versões anteriores e independência de fornecedores.

A combinação de banda larga com mobilidade é o que define verdadeiramente a 4ª Geração (ou 4G) dos sistemas móveis, que deverão apresentar forte grau de convergência, caracterizando-se como redes banda larga de pacotes IP. A UIT define a 4ª Geração dentro do padrão IMT-Advanced como uma rede essencialmente de banda larga, baseada totalmente no protocolo IP, suportando taxas de dados nominais de 100 Mbit/s quando o usuário estiver em movimento e 1 Gbit/s quando o usuário estiver parado.

Se até dois ou três anos atrás o mercado sinalizava uma disputa entre os sistemas WiMAX e LTE pelo papel de sistema dominante para o ambiente móvel 4G, isto é, um ambiente realmente banda larga sem fio móvel. Atualmente, devido ao comprometimento crescente das prestadoras de serviços de telecomunicações, fabricantes de equipamentos e fabricantes de componentes com a tecnologia LTE, o predomínio da linhagem LTE/LTE-A parece inevitável para o cenário dos próximos anos.

11. GSM / 3G / HSPA / LTE / LTE-A = Global System Mobile / 3G (3ª Geração, padrão IMT-2000) / High Speed Packet Access / Long Term Evolution / Long Term Evolution Advanced.

3.1 Tendências de algumas tecnologias de banda larga selecionadas

Esta seção traz um resumo da análise realizada em artigo da Fundação CPqD e voltada para a identificação das tecno-

logias mais relevantes para a implementação de redes banda larga nos cenários atual e dos próximos anos. [27]

3.1.1 Rede Núcleo

- **Comunicação de pacotes IP**

Para lidar com um cenário de crescimento contínuo do tráfego da Internet e especialmente de vídeo é necessário rotear pacotes a uma taxa de 1 até 100 Tb/s (ou mais ainda, no futuro). Além disso, tais roteadores devem ter um grande número de portas, capazes de transportar tráfego real entre os vários nós da rede. Tais equipamentos apresentam desempenho elevado e os principais desafios tecnológicos apontam no sentido de reduzir seu custo e consumir menos energia enquanto mantêm seu desempenho.

- **Transmissão digital TDM**

(PDH, SDH, SDH-NG) As tecnologias de transmissão digital por divisão temporal (TDM) são as tecnologias empregadas nos últimos 30 anos para transporte de informações: hierarquização plesiócrona (PDH), síncrona (SDH) ou síncrona de nova geração (SDH-NG).

Essas tecnologias encontram-se em fase bastante madura e não são previstos desafios significativos. A tendência é a sua substituição no médio prazo por outros padrões tecnológicos como o OTN.

- **Comunicações ópticas (WDM, Amplificação óptica, OTN)**

As comunicações ópticas são a base tecnológica dos atuais e futuros sistemas de transmissão no núcleo da rede. A tecnologia de transmissão simultânea (multiplexação) de múltiplos comprimentos de onda, chamada Wavelength Division Multiplexing - WDM vem evoluindo de forma sustentada e não se

vislumbra hoje nenhuma tecnologia que possa substituí-la.

Um dos fatores que contribuiu para o sucesso da transmissão óptica nos últimos 10 a 20 anos foi o da amplificação óptica. O preço dos amplificadores ópticos caiu bastante nos últimos anos e os desafios tecnológicos são basicamente de natureza incremental.

A tecnologia OTN está intimamente associada às comunicações ópticas e é voltada para a implementação de um padrão de transporte da informação que visa substituir o SDH.

Sistemas satelitais Os sistemas satelitais estão divididos em dois segmentos bem diferenciados: segmento espacial, (eletrônica embarcada no satélite), e segmento terrestre, composto de antenas e receptores/transmissores.

Este é um mercado maduro, também, complicado pela necessidade de posições orbitais e dos satélites propriamente ditos, que são muito caros. O segmento espacial é dominado por poucas empresas internacionais, inclusive nos aspectos relacionados à padronização e que subordinam o segmento terrestre, onde há algum espaço para fornecedores independentes.

Os altos custos do satélite e seu mercado relativamente pequeno restringem a ampla difusão de novas propostas tecnológicas, como por exemplo, a dos satélites geoestacionários de altas taxas (High Throughput Satellite) ou a reapresentação de antigas, como a dos sistemas de satélites de órbita baixa.

3.1.2 Ligação entre a rede núcleo e as redes de acesso (Backhaul)

- **Switching Ethernet**

Os comutadores (switches) Ethernet são equipamentos que encaminham quadros Ethernet no âmbito de redes locais ou metropolitanas. Entretanto, existem pesquisas em andamento que visam tornar a tecnologia Ethernet aplicável também às redes de backbone.

Trata-se de uma tecnologia bem estabelecida, de baixo custo, mas a sua evolução tem conduzido à incorporação de novas funcionalidades típicas de redes de telecomunicações, como por exemplo a garantia qualidade de serviço, monitoração de falhas e esquemas de proteção, e capacidade de tratar grande volume de tráfego.

Embora a tecnologia de switches seja menos complexa do que a de roteadores, o desenvolvimento ainda é intenso nessa área, não apenas para redes de comunica-

ção banda larga, tanto públicas quanto privadas, como também para switches especializados para emprego em data centers.

Essa tecnologia apresenta um impacto significativo para o futuro.

- **Enlaces rádio ponto-a-ponto**

O uso de rádios para enlaces ponto a ponto, entre outras aplicações específicas, é bastante usual na ligação entre a “espinha” (backbone) do núcleo da rede e os nós para onde convergem as redes de acesso (essa ligação também é conhecida como backhaul). Esses enlaces cobrem distâncias de alguns quilômetros até dezenas de quilômetros em linha de visada. Esses sistemas rádio estão na faixa de centenas de MHz até dezenas de GHz, suportando taxas de transmissão de vários Mbit/s até alguns Gbit/s. Sua evolução tecnológica visa o aumento de capacidade sem que o custo dos sistemas se torne proibitivo.

3.1.3 Redes de acesso com fio

- **Sistema DSLAM / modems xDSL**

O sistema DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) / modems xDSL (x-Digital Subscriber Line, onde “x” designa as várias implementações) é o sistema empregado para permitir a transmissão em banda larga sobre pares de cobre até a casa do assinante. Para tanto, utiliza técnicas de processamento de sinais. É comum uma solução híbrida de acesso banda larga, combinando a tecnologia de fibra óptica até as proximidades do usuário com o emprego do xDSL no trecho final, mais curto. Para as operadoras, isto favorece o adiamento da implantação do acesso totalmente óptico.

São tecnologias padronizadas internacionalmente, razoavelmente maduras ou com lentos desenvolvimentos incrementais, num mercado bastante competitivo.

- **Sistema DOCSIS / cable modems**

O sistema do padrão DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) foi concebido para as redes de cabos coaxiais da TV paga. As modernas redes de TV paga que suportam serviços interativos de

comunicação banda larga utilizam sistemas híbridos fibra/cabo coaxial. Os sinais ópticos são levados até um nó intermediário onde são convertidos em sinais de rádio-frequência e inseridos em linhas coaxiais até os modems em cada residência.

Trata-se de tecnologia também bastante padronizada e com pouco impacto para a evolução das redes futuras.

- **Sistema GPON**

O sistema GPON (Gigabit Passive Optical Network) utiliza fibras ópticas como meio de acesso. A rede é passiva, sem componentes eletrônicos ativos no caminho até a casa do assinante, de forma a reduzir os custos, pois não há necessidade de estações ou módulos intermediários para tratamento ou amplificação do sinal.

Atualmente, o padrão para sistemas comerciais prevê capacidade máxima de 2.5 Gb/s downstream e 1.25 Gb/s upstream podendo atender, atualmente, até 64 terminações em distâncias de 20 km.

A evolução tecnológica é no sentido de aumentar a banda disponível para cada assinante mantendo o sistema a um cus-

to baixo, com o objetivo de dotar a rede de acesso com fibra óptica até o usuário

e atender o crescimento da demanda por banda passante.

3.1.4 Redes de acesso sem fio

- **Sistema WiMAX**

O WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) é uma tecnologia baseada nos padrões da série IEEE 802.16 que permite o acesso banda larga sem fio no “último quilômetro”, em competição direta com as infraestruturas de rede cabeada, como xDSL e cabo coaxial. O WiMAX foi concebido inicialmente como sistema para acesso fixo (padrão 802.16d).

Devido à competição com o padrão LTE, o WiMAX evolui hoje para a versão 802.16m. Suas implementações mais recentes incluem recursos de mobilidade mas deve-se notar que não existe compatibilidade das redes WiMAX móveis com versões anteriores (por exemplo, 802.16d) ou com outras tecnologias de acesso sem fio. Antes muito considerada como possível tecnologia dominante no acesso banda larga sem fio, hoje parece destinada a ocupar nichos de mercado.

- **Sistemas 3G e sua evolução HSPA**

Os sistemas 3G são as versões atuais dos sistemas de telecomunicações móveis com acesso banda larga adotados na grande maioria dos países pelas empresas prestadoras de serviços de comunicações móveis. O protocolo HSPA aumenta substancialmente a taxa de transmissão e a capacidade de comunicação de dados da plataforma 3G e, por isso, muitas vezes é a tecnologia baseada no protocolo HSPA como sendo uma tecnologia “3,5G”.

Estas duas tecnologias, em uso corrente, deverão ser superadas pela geração seguinte de sistemas móveis de comunicação.

- **Sistema LTE**

O sistema LTE (Long Term Evolution) é o padrão de redes de comunicação móvel que sucede ao 3G e ao HSPA, dentro da linhagem do GSM. É padronizado pelo grupo 3GPP (3G Partnership Project). Embora muitas vezes seja identificado como um sistema de 4ª Geração, o primeiro conjunto de especificações utilizado na prática para a fabricação de equipamen-

tos (Release 8) ainda não está totalmente em conformidade com o conceito IMT-Advanced da UIT.

O LTE foi concebido desde o início desde o início como um sistema de comunicação e não apenas como uma interface de acesso sem fio. Ele é otimizado para comunicação de pacotes e busca atender a demanda dos usuários por altas taxas e por qualidade de serviço. Sua interface aérea admite diferentes faixas de frequências de operação e diferentes larguras de banda.

O LTE foi desenvolvido tardiamente, principalmente em resposta à competição do WiMAX e de uma tecnologia alternativa desenvolvida de forma proprietária pela Qualcomm, a Flash-OFDM, por isso mesmo menos atraente. Entretanto, o WiMAX foi padronizado sem uma visão de rede de telecomunicações e vários pontos críticos para a operação pelas prestadoras de serviços de comunicações móveis foram omitidos. Foi o caso, por exemplo, da compatibilidade com as versões anteriores do padrão celular do 3GPP (3G, 2G). Isto causou um atraso na aceitação do WiMAX no mercado global e, conseqüentemente, o LTE pode aproveitar a janela de oportunidade e se tornar o padrão dominante para o acesso banda larga sem fio.

Embora sua implantação comercial em grande escala esteja começando agora, a sua evolução já está em pauta, no chamado padrão “LTE-Advanced”, cuja conformidade com o conceito IMT-Advanced (4G) da UIT deve ser total. Seu conjunto de especificações é previsto como o Release 10 do 3GPP.

Esta é uma tecnologia em início de ciclo de vida, com grande impacto futuro e várias possibilidades de desdobramento. Como ainda se trata de um padrão em fase de consolidação, esperam-se barreiras de entrada menores para o desenvolvimento tecnológico, inclusive pelo caráter associativo dos órgãos de padronização.

4. OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O SETOR FORNECEDOR DE BENS E SERVIÇOS PARA BANDA LARGA NO BRASIL

Para a identificação das oportunidades e dos desafios que se apresentam para o setor de telecomunicações no Brasil e, em particular, no segmento de fornecimento de bens e serviços para banda larga, partiu-se de um trabalho anterior de levantamento de campo por meio de entrevistas, realizado pela Fundação CPqD a pedido do BNDES, com o objetivo de identificar as

oportunidades de desenvolvimento tecnológico em telecomunicações no país, à luz do atual contexto do Brasil e do mundo, com foco em tecnologias de rede.

Assim sendo, as análises apresentadas nas próximas seções são uma síntese do trabalho “Perspectivas para o desenvolvimento tecnológico em telecomunicações no contexto do PNBL”. [35]

4.1 Avaliação do desenvolvimento do setor de equipamentos e serviços

Em 2010, o setor de telecomunicações brasileiro teve uma receita líquida de cerca de US\$ 80 bilhões, dos quais US\$ 70,8 bilhões em serviços e US\$ 9,2 bilhões em produtos – terminais, equipamentos, componentes, etc. [28]

Desse montante, 51% se referem a terminais, principalmente celulares e 19% a produtos para redes de telecomunicações móveis. A receita de serviços de acesso banda larga e respectivos produtos (equipamentos) não foram explicitados pela fonte. Esta informação é difícil de ser consolidada a partir dos dados tornados públicos por parte das empresas operadoras e fabricantes.

Do ponto de vista da balança comercial do setor, os dados da ABINEE não são animadores. Em 2010, o setor importou cerca de US\$ 2,8 bilhões e exportou US\$ 1,3 bilhão, em equipamentos e terminais, resultando num déficit de US\$ 1,5 bilhão. As projeções¹² para 2011 eram ainda piores, apontando para um déficit de US\$ 2,8 bilhões. Estes números se referem a equipamentos e ter-

minais completos¹³, visto que a situação para componentes é ainda mais dramática: o déficit em 2010 foi superior a US\$ 4,3 bilhões. [29]

As concessionárias prestadoras de serviços de telecomunicações são as maiores demandantes de equipamentos de telecomunicações no país e nessa condição elas determinam o tamanho do mercado interno de equipamentos. Embora as empresas compartilhem uma visão de futuro com redes totalmente baseadas no protocolo IP e operando no modo pacote, a migração para as novas tecnologias é gradual uma vez que o investimento para fazer essa transformação é muito alto. A troca de tecnologia tende a ocorrer somente quando os custos de operação da tecnologia anterior se tornam excessivos.

Observa-se do contato com as operadoras que atuam no Brasil, a sua demanda atual por equipamentos de telecomunicações ainda é um misto de equipamentos baseados em tecnologias maduras com outros de tecnolo-

12. Projeções realizadas em 09/12/11. [29]

13. O item mais exportado pelo setor são aparelhos terminais celulares.

gias mais novas e até emergentes, para implantação nos próximos anos. Além disso, a estratégia não é uniforme entre as diferentes operadoras. A observação histórica sobre a demanda brasileira por equipamentos de rede mostra um comportamento que segue com atraso a demanda dos mercados mais desenvolvidos por conta características sócio-econômicas do mercado brasileiro. O barateamento da tecnologia, as políticas de incentivo à oferta de serviços de telecomunicações e o aumento do padrão de vida e de renda da população brasileira, contudo, contribuem para reduzir esse hiato temporal na introdução de novas tecnologias.

É importante destacar que o mercado brasileiro de serviços de telecomunicações vem passando por um processo de consolidação empresarial que reduziu o número de grupos compradores. Esse processo não é exclusivo do Brasil e tem ocorrido em todo o mundo. No Brasil, porém, o capital estrangeiro tem posição dominante ou participação significativa nesse mercado. Nesses grupos, a política de aquisições tem um âmbito global e é frequentemente definida por suas matrizes. Não é incomum a existência de acordos de fornecimento entre a empresa operadora e os fabricantes de equipamento que transcendem as fronteiras de cada país em que os grupos operam, proporcionando atraentes economias de escala. Esse cenário constitui uma barreira de entrada importante para que fornecedores locais possam conquistar parcelas do mercado de equipamentos de primeira linha.

Isso não significa, contudo, uma ausência de oportunidades para as empresas nacionais junto às grandes prestadoras. Fatores como as especificidades do mercado brasileiro, a facilidade de customizações, a proximidade do fornecimento e a existência de suporte local pesam bastante para a venda dos produtos dos fabricantes nacionais quando estas apresentam uma oferta com custos competitivos. Como foi mencionado acima, esse tipo de serviço associado à venda do equipamento é uma faceta que não pode ser ignorado pela indústria no novo contexto do setor.

Um segmento que deve receber atenção por parte da indústria local é o segmento dos pequenos provedores de Internet (ISPs). Essas empresas hoje buscam ocupar mercado onde não há interesse por parte das grandes operadoras, construindo suas próprias infraestruturas de rede. Como seu porte é pequeno, elas procuram se associar para demonstrar maior poder de barganha na aquisição de equipamentos no atacado, se apropriando dos ganhos de escala e das vantagens decorrentes do volume da compra. A prioridade de suas aquisições é o baixo custo dos equipamentos, mais do que alto desempenho: se isto não elimina, a priori, os fornecedores nacionais é um fato que os fornecedores estrangeiros, em particular os asiáticos, podem acabar levando uma vantagem importante.

Em termos de conteúdo tecnológico, praticamente não há fornecedor estrangeiro que o desenvolva localmente. Na verdade, mesmo a fabricação de equipamentos é majoritariamente feita no exterior, o que explica o déficit na balança comercial do setor. Várias empresas estrangeiras que chegaram a possuir fábricas no Brasil acabaram por desmobilizar até mesmo a montagem local dos equipamentos.

Quanto às empresas com controle de capital nacional, há cerca de uma dúzia delas que fornecem equipamentos de rede de telecomunicações com conteúdo tecnológico desenvolvido no país. Essas empresas estão concentradas nos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul. Seu faturamento não é homogêneo, destacando-se dois grandes grupos: empresas de menor porte, com faturamento anual na faixa de R\$ 50 milhões, e empresas de maior porte, com faturamento acima de R\$ 200 milhões por ano. Seus principais clientes são as operadoras de telefonia fixa, representando mais de 80% do seu faturamento. A exportação é pequena e voltada para mercados emergentes na América Latina, África e Ásia. Seu portfolio completo de produtos ofertados combina produtos desenvolvidos no Brasil com produtos licenciados ou simplesmente importados do exterior para aumentar suas possibilidades

de competir nos processos de aquisição das grandes empresas.

Como seu volume de produção não é grande e sua capacidade de investimento não é folgada, é difícil para essas empresas se posicionarem como um parceiro global das matrizes das operadoras internacionais que atuam no Brasil. Exportações dessa natureza dependem menos da capacidade tecnológica da empresa e mais da capacidade do fabricante em conjugar sua oferta técnica com financiamentos atraentes. Outro fator que pode ser crítico é a capacidade do fabricante nacional prestar serviços de instalação e manutenção em outros países.

Empresas de porte menor atuam predominantemente no segmento da rede de acesso e em alguns nichos. Um exemplo são os rádios digitais para o transporte de sinais no backhaul, uma oportunidade de mercado dadas as características do Brasil que é explorada por várias empresas e que acaba levando a uma competição indesejável entre elas. Como o mercado desse tipo de produto é mais ou menos certo e o nível de investimento necessário é compatível com o que as empresas podem assumir, observa-se, no final das contas várias empresas com portfólios de produtos bastante similares.

Por sua vez, o portfólio das empresas do grupo de maior porte é voltado para equipamentos que requerem mais desempenho do que baixo custo. Essas empresas oferecem produtos bastante competitivos com tais características e visam atender redes de alcance metropolitano (redes "metro") e o backbone. Embora, essas empresas atendem majoritariamente o mercado brasileiro, já existem incursões em outros países latino-americanos.

Observam-se posições de liderança de empresas de capital nacional em sistemas de comunicações ópticas para redes backbone e metro (a paulista PADTEC) e em sistemas de comunicação de dados (switches) no segmento metro Ethernet (a gaúcha DATACOM). Essas empresas possuem um portfólio bastante focado para segmentos em que o desempenho é um fator de sucesso mais

crítico do que o custo dos equipamentos. Além o sucesso comercial, uma estratégia desse tipo também favorece o desenvolvimento de fortes capacitações técnicas dentro das empresas.

Existe um mercado ainda ativo no curto prazo, para as tecnologias de transmissão digital TDM (PDH, SDH, SDH-NG), para reposição ou mesmo algum complemento na rede enquanto novos padrões não são implantados. As empresas nacionais têm uma boa posição no mercado, com linhas de produtos competitivos. Contudo, como se trata de tecnologias maduras, seu impacto para o futuro é baixo, tanto no mercado brasileiro quanto no mercado internacional, uma vez que os novos paradigmas de comunicações ópticas e comunicação de pacotes serão dominantes.

Já em comunicações ópticas, o mercado está longe de atingir a saturação. Novas gerações de tecnologias se sucedem e, frequentemente, abrem oportunidades para novos produtos. Seu impacto no futuro é significativo, pois os sistemas ópticos são os únicos capazes de lidar com a demanda crescente por infraestrutura de banda larga. Além disso, o Brasil possui uma história de quase 40 anos de P&D na área, com empresas atuantes e base acadêmica sólida.

No caso de comunicações de pacotes, o mercado de roteadores de grande porte é dominado atualmente por duas empresas norte-americanas, Cisco e Juniper. A chinesa Huawei começa a penetrar nesse mercado e roubar fatias das outras duas grandes. As barreiras de entrada são muito elevadas e o Brasil não dispõe de capacitação em projetos de roteadores desse tipo, seja industrial, seja acadêmica. Não obstante, no caso de roteadores de menor porte e desempenho, existem oportunidades para as empresas nacionais em algumas redes metropolitanas, redes de acesso e pontos de presença (POPs). Existem alternativas tecnológicas para tais aplicações nas quais se empregam switches que incorporam algumas funções da camada de roteamento implementadas em software.

Ao contrário dessas duas áreas apresentadas, em comunicações sem fio não foram identificadas empresas de

capital nacional em posição de liderança no segmento. Embora os rádios ponto a ponto apresentem ainda uma demanda razoável no curto prazo e os fabricantes nacionais se encontrem bem posicionados, tanto técnica quanto comercialmente, trata-se de um mercado com muitos atores em nível global. Além disso, essa tecnologia tem mostrado uma tendência para ocupar um nicho específico pois o desenho das arquiteturas de redes do futuro não contempla um papel definido para ela. Já as tecnologias de

rádio ponto-multiponto, como a WiMAX, que têm se mostrado viáveis em implantações comerciais voltadas para aplicações em que substitui o acesso com fio xDSL deverão ser superadas no médio prazo pelo sistema móvel LTE e sua evolução LTE-A. Uma difusão em massa da tecnologia LTE / LTE-A tornará o seu custo bastante acessível, principalmente o custo dos terminais, trazendo como consequência um predomínio quase que absoluto dessa tecnologia para o acesso sem fio banda larga.

4.2 Avaliação dos riscos

Ainda no mesmo estudo do CPqD, foram obtidas informações relativas à capacidade de PD&I de instituições públicas e privadas, levantadas a partir de entrevistas junto às empresas, universidades e institutos de P&D visitados. [27]

Além das empresas relacionadas em 4.1 foram visitados cinco grupos de pesquisa universitários e dois institutos de P&D (incluindo o próprio CPqD) selecionados por sua atuação ativa na transferência de resultados para a indústria nacional.

4.2.1 Capacidade tecnológica das empresas

A exploração bem sucedida das oportunidades acima descritas não é isenta de riscos. A capacidade de desenvolvimento tecnológico das empresas nacionais fornecedoras de equipamentos de redes de telecomunicações, por exemplo, não é homogênea, como já foi exposto acima. Assim sendo, não é muito fácil criar, sem uma ação coordenadora externa, um efeito virtuoso de interação entre elas e exploração de sinergias para que se possa atingir ganhos de escala e de conhecimento necessários para uma ação mais agressiva no mercado, principalmente no mercado internacional.

Como a maioria das empresas nacionais é pouco capitalizada e não dispõem de recursos abundantes, elas tendem a focalizar sua estratégia tecnológica no curto prazo e em produtos que apresentem um razoável potencial de vendas. Em princípio, a evolução dos produtos é aderente às necessidades do mercado nacional em termos de janela de oportunidade e volume.

Os estágios de capacidade tecnológica de uma empresa nacional típica podem ser resumidos numa sequência de estágios. O estágio mais elementar é simplesmente o de licenciar um produto ou parte dele ou

adquirir um kit de montagem CKD (Completely Knock-Down), efetuando sua comercialização e cuidando do suporte técnico. Mais adiante, a empresa pode agregar gradualmente a esses produtos algumas funções ou características, adaptando um equipamento semipronto para as condições da rede brasileira, uma forma básica de ter alguma engenharia de produto. Num terceiro estágio, a equipe de engenharia de produto da empresa passa a executar o projeto de placas a partir de referência designs, agregando funções periféricas.

O estágio seguinte já exige maior grau de desenvolvimento tecnológico próprio pois nele a o pessoal da empresa desenvolve algoritmos e protocolos com emprego de chips DSP (Digital Signal Processing), ou seja, um desenvolvimento majoritariamente em software. Num quinto nível, são realizados projeto de circuitos FPGAs (Field Programmable Gate Array) incorporando algoritmos complexos e/ou de alta eficiência. No estágio mais elevado de capacidade tecnológica, a equipe da empresa é capaz de projetar circuitos integrados dedicados ASIC (Application Specific Integrated Circuits) ou implementar projetos de circuitos baseados

em FPGA de algoritmos e funções de camada física, que são os mais críticos.

Os componentes eletrônicos e insumos de software como chipset, referência design, pilhas de protocolos e módulos são adquiridos de fornecedores internacionais, com forte dependência de importação. Existem iniciativas locais de desenvolvimento de hardware fazendo uso de FPGAs, de forma a diminuir a dependência de insumos externos, porém, em função dos baixos volumes de produção e dos riscos envolvidos nenhuma empresa nacional do setor chegou ao estágio de desenvolvimento de hardware a partir do uso completo de ASICs, um aspecto que é bastante importante para marcar uma diferenciação no mercado.

Na prática, assim como variam de empresa para empresa, as estratégias tecnológicas podem também variar de produto para produto, inclusive dentro de uma mesma empresa. Pode ocorrer o licenciamento a partir de empresas estrangeiras, realizando-se apenas a engenharia de produto para integração/adaptação no país, sem atividades de P&D. Pode haver algum grau de desenvolvimento próprio ou em parceria. Para suprir suas próprias carências de pessoal e de recursos, várias empresas recorrem para desenvolvimento local a parcerias com institutos de P&D e Universidades, um mecanismo que é facilitado por instrumentos como os da Lei de Informática ou editais e chamadas de projetos por parte de órgãos públicos, como a FINEP. No modelo de interação mais simples e usual, a empresa contrata uma pesquisa e desenvolvimento de protótipos junto a universidades e institutos de P&D e, posteriormente, se concentra na engenharia de produto e nos processos industriais, utilizando equipe própria.

A parceria com institutos de P&D e univer-

sidades tende a ser voltada para desenvolvimentos específicos. Não é comum uma parceria com vínculos de médio ou longo prazo que seriam desejáveis para construir de forma continuada uma base tecnológica mais sólida. Em geral, visões diferentes sobre os objetivos dos projetos e a presença de culturas gerenciais distintas são pontos de tensão nesses relacionamentos. Questões como cumprimento de prazo, qualidade de trabalho, sigilo e divulgação costumam estar presentes entre as partes e requerem uma administração caso a caso.

A criação de parques tecnológicos diretamente ligados ou próximos a universidades e institutos de P&D tem levado algumas empresas a criar pequenos núcleos de engenharia e desenvolvimento nesses parques para poder usufruir da proximidade com os grupos de pesquisa. Essas iniciativas podem ser o embrião para relacionamentos Empresa – Universidade / Instituto de P&D mais duradouros e estratégicos, colaborando para as mudanças de cultura necessárias para que o trabalho de ambas as partes possa ser mais frutífero para a capacidade de enfrentar os desafios do setor.

A disponibilidade de pessoal qualificado é um fator crítico para construção de uma capacidade tecnológica sólida nas empresas nacionais do setor. Observa-se uma demanda forte por profissionais com nível de graduação. Com algumas exceções, os projetos pouco demandam mestres e doutores indicando, pelo menos em parte, uma limitada complexidade dos projetos de P&D executados. No entanto, um salto qualitativo na capacidade de P&D das indústrias nacionais para torná-las mais competitivas passa necessariamente pela qualificação do seu pessoal de desenvolvimento e engenharia.

4.2.2 Capacidade dos grupos de pesquisa em universidades e institutos de P&D

Observando-se apenas a área de telecomunicações, as universidades e institutos de pesquisa brasileiros possuem um quadro de bons pesquisadores, com ampla experiência em projetos e coordenação de grupos. No entanto, esse quadro é reduzido quan-

do comparado, por exemplo, aos pesquisadores em ciência e engenharia da computação ou em automação e mecatrônica. Esses outros perfis e especializações também são necessários para suprir a evolução de uma indústria nacional forte em equipamentos para

a rede banda larga, mas pessoal bem formado na área de telecomunicações, com visão sistêmica é um requisito imprescindível.

Adicionalmente, para o domínio tecnológico, é necessário converter o conhecimento acadêmico em projetos de engenharia, por exemplo, levando-os ao estágio de protótipos funcionais de demonstração ou ainda sob forma de circuitos integrados que implementem a solução de engenharia dada para o problema.

Para isso, os dois tipos de instituições, universidades e institutos de P&D se complementam. Por força de sua vocação e da missão institucional da universidade, os grupos de P&D acadêmicos tendem a focalizar seus esforços em problemas pontuais, atacando-os em profundidade, ou apenas por uma dimensão - teoria, experimento ou demonstração experimental. Por sua vez, com missão diferente, os institutos de P&D tendem a atuar principalmente em desenvolvimento e engenharia, muitas vezes até quase o nível de produto. Como no fim da cadeia está a empresa fabricante, o processo de domínio de uma tecnologia até o nível de produto competitivo requer uma articulação firme e definida para que não ocorram lacunas ou interrupções.

Os grupos de pesquisa em universidades e institutos de P&D dedicados às tecnologias associadas ao desenvolvimento da banda larga concentram-se nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, próximas das indústrias que utilizam os conhecimentos e os recursos humanos gerados pela entidades de ensino e pesquisa. Especificamente, no caso das Instituições de P&D, as duas únicas instituições que atuam majoritariamente em telecomunicações são o CPqD e a FITEC, ambas em Campinas-SP.

Adicionalmente, existem alguns grupos de excelência mais isolados no Rio de Janeiro, Curitiba, Florianópolis e Santa Rita do Sapucaí, para citar alguns casos. Nesses lugares também se observa a criação de parques tecno-

lógicos que podem catalisar e incubar a criação de novas empresas.

Os recursos para a execução dos projetos de P&D nessas entidades são oriundos, principalmente, de fontes governamentais como, por exemplo, FUNTTEL, FINEP, CNPq e fundações estaduais de amparo à pesquisa. Mas há também contratos com a indústria privada por conta dos incentivos da Lei de Informática ou da eventual terceirização de atividades dentro de um projeto de subvenção da FINEP.

Aqui também é presente o problema de instabilidade na liberação de recursos governamentais, criando dificuldade para manter as equipes e acarretando uma eventual perda de pessoal da massa crítica para manter a capacitação adquirida nos projetos.

Assim, para que o Brasil possa aproveitar as oportunidades industriais abertas com o desenvolvimento da infraestrutura de banda larga, um claro desafio a ser superado é o da articulação entre os diferentes atores - empresas, universidades e institutos de P&D para o máximo de aproveitamento de suas vocações. Sem essa articulação, diminuem as chances de sucesso para que o Brasil atinja uma posição competitiva nos mercados das várias tecnológicas. Por outro lado, nas áreas tecnológicas em que este papel de articulação já é desempenhado por algum ator, aumentam bastante as chances de êxito do Brasil nessa área particular.

O cenário internacional demonstra a importância de pontos focais integradores capazes de articular os diferentes atores do setor, desde a ponta que gera conhecimento até a ponta da produção na indústria. Nos países asiáticos, por exemplo, a indústria local possuía inicialmente não possuía a capacidade de integrar tecnologias. Essa tarefa foi (e ainda é) executada com sucesso por institutos de P&D orientados a uma missão bem definida, como é do ITRI (Industrial Technology Research Institute) em Taiwan e do ETRI (Electronics and Telecommunication Research Institute) na Coreia.

4.3 Avaliação das oportunidades determinadas pelo crescimento da demanda e pelos programas públicos de difusão da banda larga

Em 2010, o BNDES¹⁴ projetou investimentos de R\$ 67 bilhões para o setor de telecomunicações até 2013. Entre os indutores desse novo ciclo de investimento setorial estão, sem dúvida, o Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), os planos de implantação da Telebrás e os próprios investimentos privados das operadoras.

O PNBL teve início com a publicação do Decreto nº 7.175, de 12 de maio de 2010 e entre seus objetivos consta explicitamente “aumentar a autonomia tecnológica e a competitividade brasileira”, obtidos por meio de instrumentos de estímulo à produção local e às atividades de P&D de novas tecnologias. [19]

Tal estímulo se dá pela concessão de incentivos fiscais e financiamentos para desenvolver a indústria nacional de equipamentos de telecomunicações, principalmente aquela que produz tecnologia no país. Além disso, o programa prevê:

- Estimular a aquisição de equipamentos de telecomunicações com tecnologia nacional, com juros subsidiados e isenção de IPI;
- Descontingenciar os recursos do FUNTTEL;
- Criar financiamento especial BNDES/PNBL para linhas de inovação tecnológica, bens de capital e exportação.

Segundo o seu documento-base, o PNBL está estruturado “em três pilares: redução de preço, aumento de cobertura e de velocidade. Com esses três pilares, busca-se ampliar o número de cidadãos que dispõem de acesso a infraestrutura capaz de prestar o serviço e possibilitar a fruição de aplicações, conteúdos e serviços avançados, que demandam maior capacidade de transmissão de dados”. [30]

Dessa forma, as ações previstas para a primeira fase do Programa encontram-se divididas em quatro grupos de diferentes naturezas:

- ações regulatórias para incentivar a competição e normas de infraestrutura que induzam à expansão de redes de telecomunicações;
- incentivos fiscais e financeiros à prestação do serviço de acesso em banda larga, com o objetivo de colaborar para o barateamento do custo à população;
- uma política produtiva e tecnológica capaz de atender adequadamente à demanda gerada pelo PNBL; e
- uma rede de telecomunicações nacional, com foco de atuação no atacado, neutra e disponível para qualquer prestadora que queira prestar o serviço de acesso em banda larga.

O documento reconhece ainda que esse grupo de ações precisa conduzir à recuperação de um ambiente propício à inovação tecnológica e à produção de equipamentos para a rede de telecomunicações. Isto envolve a coordenação de três elementos:

- a demanda por produtos com tecnologia nacional,
- a oferta desses produtos
- e a produção da tecnologia nacional propriamente dita.

Adicionalmente, modificações no arcabouço jurídico que rege as compras governamentais orientam para estimular a produção doméstica de bens e serviços, por meio de uma “margem de preferência” a ser estabelecida a partir de estudos que levem em conta “desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no País”, dentre outros fatores.

Na prática, o governo federal introduz o poder de compra do Estado como mecanismo de apoio à inovação por meio da Medida Provisória nº 495, posterior-

15. Nas compras de produtos com tecnologia comprovadamente desenvolvida no Brasil, admite-se um valor de até 25% a mais do que o do preço mais baixo desde que estudos justifiquem benefícios em termos de geração de emprego e renda, de arrecadação de tributos e de desenvolvimento e inovação tecnológicos realizados no Brasil. Infere-se que tecnologia comprovadamente desenvolvida no Brasil corresponde a bens ou produtos desenvolvidos no país, que atendam às especificações, normas e padrões adotados pela legislação brasileira e cujas especificações, projetos e desenvolvimentos tenham sido realizados no país, por técnicos de comprovado conhecimento em tais atividades, residentes e domiciliados no Brasil, conforme estabelece a Portaria do MCT nº 950 de 12/12/2006.

14. O Estado de São Paulo, 18 de setembro de 2010 - http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20100918/not_imp611673.0.php

mente transformada na Lei nº 12.349/10, que estabelece preferência nas licitações públicas para produtos e serviços resultantes de desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no país.¹⁵

Esse instrumento permite, por exemplo, introduzir condições no processo licitatório da Telebrás que a possibilitem dar preferência efetiva a produtos com tecnologia nacional, independentemente da origem do capital das empresas que a geraram.

Dessa forma, no segundo semestre de 2010, a Telebrás promove uma série de editais de compra de equipamentos de rede, alguns dos quais foram vencidos por empresas nacionais (PADTEC e DATACOM), que possuem produtos com tecnologia própria, no estado da arte e com preços bastante competitivos, em suas respectivas áreas de atuação.

Para fomentar o adensamento produtivo e tecnológico da cadeia produtiva

de equipamentos de telecomunicações, o governo pretende fazer uso de instrumentos de benefícios fiscais e de apoio financeiro, que são melhor detalhados na seção 5.

Ainda em decorrência do PNBL, em dezembro de 2011, o Conselho Gestor do FUNTTEL promove o realinhamento das estratégias do fundo tendo como base o mesmo estudo realizado pelo CPqD, descrito na seção 4. Assim, as áreas prioritárias a serem suportadas pelo fundo são aquelas que compõem diretamente a infraestrutura de rede: Tecnologias e equipamentos de comunicações ópticas, Tecnologias e equipamentos de comunicações digitais sem fio para banda larga e Tecnologias e equipamentos para redes de transporte de dados¹⁶.

No restante desta seção são apresentados alguns detalhes mais específicos das oportunidades em cada uma delas.

4.3.1 Comunicações ópticas

As tecnologias de comunicações ópticas contribuem tanto para equipamentos no núcleo da rede quanto para equipamentos utilizados no acesso e na ligação entre esses dois segmentos de rede.

- **Núcleo da rede**

No caso do núcleo da rede, a tecnologia mais importante é a tecnologia de multiplexação em comprimento de onda, WDM (Wavelength Division Multiplex). A demanda por banda larga tende a pressionar ainda mais o tráfego agregado nos backbones de transmissão e esses grandes entroncamentos de alta capacidade são servidos por essa tecnologia. Sistemas de transmissão óptica WDM, com capacidades de 100 a 400 Gb/s por comprimento de onda, associados a sistemas de transporte baseados no padrão OTN, deverão dominar o cenário da rede núcleo nos próximos anos, tanto no Brasil quanto no mercado internacional. A longo prazo, o desafio será viabilizar sistemas de transmissão a 1 Tb/s por comprimento de onda. Esses sistemas são produtos cujos requisitos de desempenho e confiabilidade são bastante elevados e sua trajetória evolutiva visa o

aumento da taxa de transmissão e da extensão do enlace óptico, isto é da distância entre transmissor e receptor.

O Brasil possui uma empresa, a PADTEC, que atua nesse mercado há mais de uma década, com tecnologia desenvolvida pela Fundação CPqD. A PADTEC atingiu uma posição de liderança no mercado brasileiro, tem feito incursões bem sucedidas no mercado internacional e é bastante competitiva, como demonstra o fato de ter vencido a licitação da TELEBRÁS para sistemas de transmissão óptica em 2010.¹⁷

Para que essa oportunidade seja explorada de forma consistente é necessário dominar um conjunto de técnicas de modulação e de tratamento dos sinais ópticos, mas este não é o principal desafio tecnológico para a geração de produtos competitivos.

À medida que as taxas crescem para patamares de 100 Gbit/s ou mais, surgem

16. Conforme documento "Gestão Estratégica do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações - FUNTTEL", aprovado pela resolução nº 83, de 26 de Dezembro de 2011.

17. "A Padtec vence o leilão da Telebrás para fornecimento de sistema DWDM". Campinas, 05/11/10. Disponível em: http://www.padtec.com.br/empresa/noticia.php?id_noticia=167.

limitações e efeitos bastante prejudiciais à qualidade da transmissão e cujo tratamento no domínio óptico é mais direto, pela utilização de filtros e compensadores ópticos, porém, o sistema fica mais caro e mais sensível à variabilidade dos componentes.

Outra forma de abordar esses problemas é no domínio eletrônico. Com técnicas de processamento digital de sinais (Digital Signal Processing - DSP) é possível compensar esses problemas a um custo significativamente mais baixo do que na camada óptica e com excelente desempenho. Naturalmente, é necessário elaborar algoritmos apropriados, porém um grande desafio tecnológico é o desenvolvimento de circuitos integrados dedicados (ASICs) para executar essas funções. A complexidade e o custo de desenvolvimento desses circuitos integrados são bastante elevados, podendo exigir a utilização de processos de fabricação abaixo de 65 nm. Embora o volume de mercado dos sistemas de 100 Gbit/s ainda seja baixo para justificar o investimento em um circuito integrado dedicado, seu uso mais frequente nos futuros sistemas ópticos comerciais de 100 Gbit/s e superiores é uma forte tendência. Assim, pode-se afirmar que um ponto crítico na estratégia brasileira para esse segmento de mercado é o domínio do desenvolvimento de circuitos integrados para processamento digital de sinais (DSP) aplicados à transmissão óptica.

Um segundo aspecto importante é o do transporte da informação que trafega na rede WDM, cuja agregação e posterior encaminhamento devem ser feitos por meio de padrão que garanta a interoperabilidade dos sistemas de transporte como, por exemplo, o padrão OTN que apresenta atualmente a maior aceitação por parte das empresas operadoras em todo o mundo.

Aqui também existe a oportunidade para o desenvolvimento de circuitos integrados que implementem o padrão e façam as interfaces de integração com os vários outros protocolos utilizados nas redes de telecomunicações. A incorporação de novas funcionalidades, como por exemplo, códigos corretores de erros, incremento da velocidade e funções de gerenciamento da rede óptica são espaços abertos para a inovação na linha de OTN.

Um passo inicial envolve o desenvolvimento em circuitos programáveis (FPGA). Posteriormente, caso a complexidade dos sistemas exija características mais de empacotamento – tamanho e dissipação térmica do componente, por exemplo – o passo indicado é o desenvolvimento de circuitos integrados dedicados (ASICs), inclusive no nível de System-on-Chip (SoC). Dado o atual estágio de capacitação existente no Brasil, uma abordagem interessante consiste no uso de células ou blocos funcionais licenciados (IP = Intellectual Property) para compor os SoCs.

Naturalmente, o desenvolvimento de circuitos integrados não exclui a necessidade de desenvolvimento de transmissores e receptores, bem como amplificadores ópticos, para a implementação completa dos sistemas de transmissão óptica.

- **Rede de acesso**

Embora a evolução da tecnologia óptica para a rede de acesso também seja pautada pelo objetivo de aumento da capacidade, a ênfase dos requisitos dos sistemas se desloca do desempenho para os custos: tanto o investimento quanto os custos operacionais dos equipamentos e sistemas devem ser baixos para que a solução de engenharia para o acesso óptico banda larga seja competitiva.

Na prática, essa restrição sobre os custos tem retardado a implementação das redes totalmente ópticas até a casa do assinante (Fiber-to-the-Home – FTTH) e privilegiado as mais diversas soluções híbridas, tanto as que utilizam redes legadas de pares de cobre (xDSL) quanto as que utilizam redes sem fio. De um modo geral, as soluções de acesso são bastante diversificadas e incluem combinações de tecnologias a fim de atender as condições e circunstâncias de cada região ou local a ser servida pela banda larga.

A solução óptica de acesso que mais se destaca no atendimento às restrições de custo é a rede óptica passiva (Passive Optical Network – PON). Entre as várias gerações de padronização, a GPON (ITU-T G.984) é a padronização corrente e com maior penetração no mercado: sua capacidade máxima é de 2,5 Gb/s downstream e 1,25 Gb/s upstream, podendo atender, atualmente, até 64 terminações em distâncias de 20 km.

É importante distinguir dois tipos de equipamentos num sistema de acesso em

geral, tanto de tecnologia óptica quanto de outras tecnologias, como as sem fio. O primeiro é o equipamento terminal, do usuário. Esse equipamento tem que ser barato a fim de que o usuário não seja onerado em demasia. Trata-se de produtos relativamente simples e fabricados em massa. Hoje, se observa uma forte presença de fornecedores asiáticos para os equipamentos de usuários (algumas vezes identificados como Customer Premises Equipment, CPE), pois esses fornecedores conseguem oferecer produtos bastante baratos.

Um segundo tipo de equipamento, mais complexo, agrega e distribui tráfego para os assinantes a ele conectados. Um equipamento pode atender dezenas ou centenas de usuários finais. Os equipamentos agregadores são mais caros, precisam se comunicar com outros elementos da rede

e devem incorporar funções de gerência. Na rede óptica de acesso, esses equipamentos são conhecidos como terminais de linha óptica (Optical Line Terminator, OLT).

Em resumo, o êxito comercial de sistemas ópticos de acesso depende de uma figura de mérito, o "custo final por assinante". A evolução tecnológica além do padrão GPON inclui combinações engenhosas de elementos ópticos e eletrônicos, componentes baratos e uma eficiente engenharia de produto. Para a indústria brasileira, pode ser difícil competir com empresas asiáticas nos equipamentos de usuários mas existem boas possibilidades nos terminais de linha óptica, que são mais caros e podem incorporar requisitos customizados para as operadoras locais.

4.3.2 Comunicações sem fio

Nas comunicações sem fio, está se configurando uma transição tecnológica importante por conta da chamada 4ª Geração de telecomunicações móveis (4G). O sucesso dessa transição é assegurado pela adoção crescente do padrão LTE, padrão que representa um importante avanço da tecnologia de banda larga sem fio. Este avanço da tecnologia banda larga sem fio tem sido facilitado pelos smartphones e pela variedade de serviços de dados disponíveis. Há um aumento geral de tráfego sem fio e acredita-se que em 2015 cerca de 90% do tráfego sem fio mundial será tráfego de dados.

Segundo relatório da GSA Association (Global Mobile Suppliers Association) de janeiro de 2012, existem 285 empresas operadoras em 93 países investindo na tecnologia LTE. Em operação comercial já são 49 redes LTE em 29 países e a previsão para o final de 2012 é de 119 redes operando em 53 países.¹⁸ A dominância da tecnologia LTE parece ser inevitável.

Como observado na seção 3.1.4, o LTE ainda não atende a todos os requisitos das comunicações móveis 4G, situação que deve ser satisfeita pelo estágio mais avan-

çado dessa tecnologia, chamado de LTE-A. Assim, a combinação LTE/LTE-A representa a melhor oportunidade para o Brasil, pois essa é uma tecnologia ainda em amadurecimento mas cujas perspectivas são de que se torne a principal tecnologia de comunicações sem fio no contexto de banda larga.

Nesse quadro, existem várias possibilidades de ação. A principal ou mais importante é a criação de uma base sólida de conhecimentos, baseada em projetos de P&D, em sistemas de comunicação sem fio baseados no padrão LTE-A (Release 10/11 do 3GPP), que constitui um forte candidato aos sistemas 4G especificados pela ITU IMT-Advanced (International Mobile Telecommunications – Advanced). O domínio dessas tecnologias é essencial para que o Brasil participe de forma ativa na evolução tecnológica da banda larga móvel e possa desempenhar um papel industrial de destaque.

As oportunidades de mercado encontram-se tanto no desenvolvimento de sistemas de baixo custo para mercados como o do PNB ou da comunicação entre objetos (machine-to-machine, M2M) quanto no desenvolvimento de componentes ou subsistemas a serem fornecidos para grandes atores internacionais.

18. Relatório "Evolution to LTE report – January 5, 2012". Disponível em: www.gsacom.com

Os sistemas de baixo custo voltados para a realidade brasileira e mercados como o do PNB, compreendem sistemas sem fio LTE-A nas faixas VHF/UHF para aplicações rurais e cidades digitais, inclusive CPEs integrando redes Wi-Fi Mesh/Ad Hoc.

A produção de partes, módulos ou subsistemas que possam ser integrados aos sistemas 4G é outra oportunidade interessante. Os sistemas 4G farão uso de várias tecnologias novas e de soluções modulares, abrindo espaço para a presença de empresas com elevado grau de especialização ou expertise. Exemplos dessas especializações que podem levar a uma indústria de módulos e subsistemas são:

- Projeto otimizado de circuitos de RF (rádio-frequência), de alta frequência e alto desempenho. Nesse caso, a competência em projeto de chipsets ASIC para rádios de alto desempenho é de vital importância, seja para obter diferencial competitivo, seja porque, na fronteira do estado da arte, tais chips não estão disponíveis.
- Projeto de chips multiprocessador (Multiprocessor System-on-Chip). Devido à complexidade dos processamentos envolvidos em uma atividade de transmissão/recepção, será necessário o emprego de chips com múltiplos processadores internos, o que, por sua vez, requer o desenvolvimento de técnicas para a otimização desse tipo de circuitos.
- Antenas inteligentes e multifeixe (Multiple Input Multiple Output - MIMO). Essa é uma tecnologia-chave não apenas para as comunicações banda larga,

mas também para outras aplicação de comunicação sem fio.

– Algoritmos e protocolos. Algoritmos e protocolos de comunicação eficientes são necessários na tecnologia 4G devido a vários desafios pertinentes: aumento da taxa de dados e de usuários nas áreas de cobertura das células, redução do tamanho das células (femtocélulas), disputa por redução de consumo de energia, tanto em terminais quanto em estações, entre outros.

A competência em projeto de chipsets ASIC para rádios de alto desempenho é de vital importância, seja para obter diferencial competitivo, seja porque, na fronteira do estado da arte, tais chips não estão disponíveis.

A exploração eficaz dessa tecnologia também requer participação direta nos fóruns de padronização dessas tecnologias e o estabelecimento de relações com organizações de outros países, de modo a não apenas identificar as oportunidades, mas também facilitar a inserção das soluções aqui desenvolvidas junto a grandes fornecedores internacionais.

Dada a complexidade dos temas de fronteira na área de comunicações sem fio, deve-se encarar o domínio tecnológico como um processo de maturação a ser alcançado pela interação contínua entre as empresas e as instituições de P&D. Ao longo do tempo, as empresas nacionais deverão progredir nos estágios de capacidade tecnológica, até a um estágio de desenvolvimento de seus próprios subsistemas e circuitos integrados. Esse processo deve passar pela interação e parcerias com uma ou mais instituições de P&D.

4.3.3 Comunicação de dados

A rede Internet atualmente é caracterizada por ser altamente interconectada, ou seja, os bilhões de máquinas que a compõem estão interligadas entre si por um número igualmente elevado de rotas possíveis formando uma malha. A topologia em malha da Internet e o grande volume de tráfego, que não para de crescer, impõem a necessidade da existência de dispositivos que executem a tarefa de encaminhamento dos

dados entre as máquinas de forma muito rápida, para evitar congestionamento e a consequente perda dos dados. Os dispositivos que executam a tarefa de encaminhamento dos dados dentro da rede são os roteadores e os switches ou comutadores.

Os roteadores atuam no domínio do protocolo IP e sua principal função é encaminhar os pacotes IP que chegam às suas portas de entrada para as devi-

das portas de saída.

O mercado de roteadores se caracteriza por diversos tipos de equipamentos, como, por exemplo roteadores de núcleo, roteadores de borda, roteadores para redes metropolitanas (metro), redes locais (LAN) e residenciais. Esses dois últimos tipos são máquinas de pequeno porte, baratas e são utilizados para interconectar as redes privadas de empresas e residências, respectivamente, às redes públicas dos grandes provedores. A organização interna desses roteadores se assemelha a de um computador pessoal.

Os roteadores de núcleo são máquinas de grande porte localizadas no núcleo da rede e cuja função é encaminhar o volumoso tráfego de dados do núcleo da rede. Um moderno roteador de núcleo é uma máquina complexa e cara. Há modelos de um ou de múltiplos chassis. Uma máquina mono-chassis que trata uma taxa agregada de 1,2 Tbit/s pode custar da ordem de US\$ 450.000,00.

No segmento de núcleo, o mercado atualmente é dominado por três grandes fornecedores internacionais, Cisco, Juniper e, com menor participação, Huawei. No segmento dos roteadores residenciais, de outro lado, os produtos são muito simples e seu mercado é de massa, semelhante ao mercado de equipamentos Wi-Fi.

Entre as duas categorias situam-se os roteadores de borda. Eles ficam localizados na borda da rede IP e sua organização interna é similar à dos roteadores de núcleo. Sua função principal é agregar os diferentes tipos de tráfego que chegam da rede de acesso e classificá-los em diferentes níveis de qualidade de serviço, tratando-os diferentemente dentro dos equipamentos.

Os switches efetuam encaminhamento de quadros Ethernet, sendo normalmente bem mais simples e baratos do que os roteadores. A tecnologia de comutadores Ethernet possui algumas limitações em termos de escalabilidade de capacidade, políticas de segurança e mecanismos de gerência o que a torna adequada somente para aplicações na parte metropolitana da rede,

sendo chamada comercialmente de Metro Ethernet.

Alguns comutadores Ethernet permitem a passagem de informação de uma LAN virtual para outra usando endereços IP, sendo comercialmente chamados de comutadores/roteadores, switch/routers ou ainda L2/L3 switches. Embora esses equipamentos sejam chamados de comutadores/roteadores, são muito mais simples em termos de funcionalidades que roteadores de grande porte (núcleo e borda), uma vez que efetuam somente a comutação do tráfego (switching) entre um número limitado e conhecido de VLANs. Em função disso, são muito mais baratos que os roteadores de grande porte.

Esse mercado apresenta menos barreiras de entrada, pois, apesar da concorrência de vários grandes fornecedores, startups têm conseguido penetrá-lo com alguma característica inovadora e ocupar suas fatias.

Nota-se ausência de fornecedores nacionais de roteadores de grande porte para o backbone e para o segmento de borda da rede, mas há um fornecedor de switches nacional com boa presença de mercado, a DATACOM. Essa empresa possui uma linha de equipamentos Metro Ethernet, chegando a oferecer modelos com capacidade total de comutação de até 384 Gbit/s. [34]

A Datacom também possui uma família de comutadores de menor porte com 24 portas de 100 Mbit/s e portas Gigabit Ethernet para aplicações em redes metropolitanas. A Datacom possui equipamentos para suprir a demanda voltada para a implantação do PNBL em todos os segmentos de comutadores – seja para a borda ou para o acesso da rede – e também de conversores TDM sobre IP. Além disso, pode suprir a demanda das operadoras no segmento de comutadores para a rede metropolitana.

Quanto às oportunidades para a indústria nacional nesse segmento, o desenvolvimento de roteadores de borda é uma possibilidade bastante atraente. No médio prazo, uma estratégia competitiva passa pela implementação local de algumas partes do hardware, articulando-se com universidades e institutos

de P&D para a pesquisa de algoritmos inovadores e com fornecedores de propriedade intelectual de microeletrônica e com design houses para o projeto de ASICs.

Outros produtos nessa área que merecem atenção por parte da indústria nacional são switches com interfaces de mais altas taxas, de 40Gb/s e de 100 Gb/s).

Uma estratégia deve começar pela utilização de chipsets comerciais, evoluindo gradualmente para o desenvolvi-

mento de ASICs que incorporem algoritmos originais. Modelos de switches para aplicações em data centers também podem ser um produto viável a partir de uma base tecnológica forte.

Existe competência local e presença de mercado. Como em outras áreas, a capacitação para desenvolver circuitos integrados dedicados (ASICs) é um atributo essencial para que as empresas nacionais possam ser competitivas.

5. POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS PARA O DESENVOLVIMENTO COMPETITIVO

Nesta seção são analisados os esforços recentes da ação governamental e identificadas as ações que podem complementar e aprofundar os esforços recentes para o desenvolvimento competitivo da indústria nacional.

Nos últimos anos, o Brasil retomou abertamente o discurso e a prática de políticas industriais, com o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE (2003-2007), cujo objetivo é fortalecer a indústria nacional estimulando a capacidade de inovação das empresas.

Além de linhas de ação horizontais, comuns a todos os setores, a PITCE estabelece prioridades setoriais e, dentro da área de TICs, ganharam destaque os semicondutores (microeletrônica) e software.

Em 2008, o Governo lançou sua segunda iniciativa no tema, a Política de Desenvolvimento Produtivo – PDP (2008-2010). A PDP deu continuidade e aprofundou as

ações previstas na PITCE. As TICs foram definidas como um dos programas prioritários da PDP e foram previstas ações para fortalecer a competitividade da indústria brasileira nos segmentos de softwares e serviços de TI, microeletrônica, mostradores de informação (displays) e inclusão digital.

Além disso, a PDP buscava também promover o adensamento da cadeia produtiva do setor. Entre as metas associadas ao Subprograma de Infraestrutura de Inclusão Digital estavam a ampliação do acesso à Internet nos domicílios brasileiros e garantir o acesso à banda larga nas escolas públicas urbanas.

A PDP foi sucedida em 2011 pelo Plano Brasil Maior (2011-2014). O Plano Brasil Maior estabelece a política industrial, tecnológica, de serviços e de comércio exterior para o período de 2011 a 2014, conforme se detalha na próxima seção.

5.1 Análise das políticas em curso

Encontram-se em vigor vários instrumentos dos quais o Governo pode se valer para induzir o desenvolvimento industrial e tecnológico no país e que podem ser aplicados explicitamente ao caso do segmento das telecomunicações em banda larga. O caráter da maioria dessas medidas é predominantemente horizontal, buscando promover a oferta de bens e serviços por parte de empresas instaladas no país, independentemente de seu setor ou área de atuação. Algumas medidas são voltadas para as TICs, mas são muito poucas as que se aplicam com foco específico em banda larga.

Pode-se classificar esses instrumentos em grandes categorias: [20]

-Apoio financeiro: incentivos fiscais, crédito, capital de risco, etc;

-Fomento ao desenvolvimento tecnológico: subvenção econômica, encomendas tecnológicas etc;

-Apoio técnico: propriedade intelectual, capacitação de recursos humanos, capacitação empresarial, etc;

-Regulação: técnica, econômica, concorrencial, etc;

-Poder de compra do Estado: compras da administração direta e de empresas estatais.

Muitos desses instrumentos encontravam-se presentes na PITCE, e na PDP, que buscam criar as condições favoráveis à iniciativa privada para que os objetivos previstos sejam alcançados, entre eles a ampliação da capacidade de oferta da indústria; a preservação da robustez da Balança Comercial; a elevação da capaci-

dade de inovação, e o fortalecimento das Micro e Pequenas Empresas.

Em particular, as TICs fazem parte de uma das áreas estratégicas da PDP e contaram com programas para fortalecer a competitividade do setor em segmentos específicos, como já foi mencionado acima.

Além disso, a PDP estabeleceu como principais objetivos: i) destacar a posição do Brasil como produtor e exportador relevante de software e serviços de TI; ii) ampliar a produção local e as exportações de componentes microeletrônicos; iii) fomentar o desenvolvimento tecnológico e a produção de displays, equipamentos (Informática, Banda Larga e TV Digital) e de seus componentes mais relevantes; iv) reduzir o déficit da balança comercial dos setores de TICs, e; v) ampliar o acesso da população à infraestrutura digital.

Assim, observa-se que a PDP buscou aprofundar os mecanismos das políticas antecedentes no que se refere, principalmente, ao direcionamento das ações para o desenvolvimento tecnológico e para a produção nacional de plataformas voltadas indiretamente para o segmento de serviços banda larga, objeto deste estudo.

Sua adequação para o propósito de fomentar desenvolvimento tecnológico e a produção local de equipamentos e componentes para a difusão da banda larga é avaliada positivamente, sendo recomendável sua manutenção. [21]

Confirmando tal avaliação, o governo lançou em 2011 o Plano Brasil Maior que dá continuidade à PDP cujo foco maior é o estímulo à inovação e à produção nacional para alavancar a competitividade da indústria nos mercados interno e externo.¹⁹

O plano tem várias ações em processo de elaboração, mas também incorpora instrumentos em vigor, oriundos de outros planos e políticas, como a Lei de Inovação e a Lei do Bem, anteriormente descritas.

Entre as metas do plano está a ampliação do número de domicílios urbanos com acesso à Internet, em sintonia com o PNBL, descrito na seção 4.3, de 13,8 milhões em 2010 para 40 milhões de domicílios em 2015^{20,21}.

Novamente, observa-se ação do governo no sentido de aprofundar os mecanismos das políticas antecedentes, no que se refere à inovação e, em particular, ao desenvolvimento tecnológico e à produção nacional de plataformas voltadas para o segmento de serviços banda larga.

Em seguida, é feita uma resenha dos principais instrumentos em cada uma das categorias citadas.

- Instrumentos de apoio financeiro: incentivos

A Lei 11.196/05 (Lei do Bem)²² definiu outro conjunto de incentivos fiscais para empresas privadas envolvidas em projetos de inovação tecnológica como, por exemplo, deduções no Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), depreciação acelerada integral (imediate) e isenção de algumas taxas.

Posteriormente, a Lei nº 11.487/07 (chamada de "Lei Rouanet da Inovação") modificou a Lei do Bem introduzindo a isenção fiscal²³ das empresas beneficiadas para os investimentos em projetos executados em cooperação com Instituição Científica e Tecnológica (ICT) pública, ou seja, órgão ou entidade da administração pública que tenha por missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico.

Além disso, por meio do Decreto 5.906/06 o governo criou a desoneração do IPI para bens de informática e automação produzidos por empresas que investem em atividades de pesquisa e desenvolvimento em TICs. Para fazer jus à isenção ou redução do IPI, as empresas devem investir, no mínimo, 5% do seu faturamento bruto anual, em atividades de P&D realizadas no país.

Para a segunda fase do Plano Brasil Maior, o governo pretende promover o adensamento da cadeia produtiva do setor, por meio do escalonamento dos benefícios decorrentes do cumprimento do Processo Produtivo Básico (PPB)²⁴, com o estímulo ao desenvolvimento de tecnologia nacional²⁵.

22. Regulamentada pelo Decreto 5.798/06, posteriormente, alterado pelo Decreto 6.909/09.

23. Nesse caso, as empresas podem excluir do lucro líquido (base de cálculo do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), e da base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) no mínimo a metade e no máximo duas vezes e meia o valor dos investimentos realizados.

24. Benefícios definidos pela Lei nº 8.248/91 (Lei de Informática).

25. Conforme definição de Tecnologia Nacional constante nos termos

19. Disponível em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/oplano/brasilmaior/>

20. <http://www.mc.gov.br/pnbl>

21. <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/oplano/metlas/>

Em entrevista recente²⁶, o Secretário de Inovação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior informou que o governo estuda uma proposta de desoneração tributária dos investimentos em banda larga. Segundo essa proposta a ser editada sob forma de Medida Provisória, será criado um Regime Tributário Especial que desonera de IPI, PIS e Cofins novos investimentos em banda larga.

A idéia é que o regime favoreça o investimento em infraestrutura de rede banda larga, ligando as regiões de maior precariedade, cujos projetos deverão ser analisados pelo MC, MDIC e MCTI. Dentro do princípio de escalonamento de benefícios, “a empresa que tiver tecnologia nacional terá isenção maior do que aquela que só tem a fabricação local com o PPB”. Com a medida, estima-se uma renúncia fiscal entre 4 a 6 bilhões de reais e uma antecipação de investimentos de R\$ 4 bilhões ao ano para os próximos cinco anos.

Além da cadeia produtiva de empresas pertencentes ao segmento de fabricantes de equipamentos e de prestadores de serviços de telecomunicações, outros segmentos devem se beneficiar de MPs semelhantes: indústria de semicondutores, indústria de equipamentos para TV digital e indústria de computadores.²⁷

Outro tipo de incentivo tributário é a desoneração da folha de pagamento das empresas de TI, conforme o Decreto 6.945/09 – que reduz as alíquotas da contribuição previdenciária que incide nas folhas de pagamento das empresas que tenham como foco a exportação, de 20% para 10% – e a Lei 12.546/11 que, entre outros objetivos, desonera a folha de pagamento das contribuições previdenciárias devidas em troca de um aumento no recolhimento de impostos sobre o faturamento dessas empresas para 2,5%.

- Instrumentos de apoio financeiro: financiamento e capital de risco

Ao contrário dos incentivos, cujo instrumento são as medidas de natureza fiscal, a concessão de recursos financeiros se dá por meio das instituições financeiras do

governo, entre elas, o BNDES.

No que se refere ao setor de telecomunicações, o banco governamental possui linhas de financiamento para operadoras fixas, móveis e de TV por assinatura. Entre os principais objetivos encontram-se: estimular a demanda por equipamentos e software fornecidos pela indústria local, fomentar o desenvolvimento tecnológico no País e promover a universalização dos serviços de telecomunicações.

Nesse sentido, o BNDES apóia projetos de implantação e expansão de redes, que visam a melhoria da qualidade dos serviços e a introdução de novas tecnologias, através de financiamento direto, indireto e misto. São financiados investimentos, entre outros, destinados à aquisição equipamentos.

Alem disso, o BNDES possui programas que apóiam a inovação, cujos recursos podem ser destinados ao desenvolvimento tecnológico e à produção nacional de plataformas voltadas para o segmento de serviços banda larga, objeto deste estudo. Um desses programas é o PROTVD que visa financiar novos projetos de empresas da cadeia de fornecedores do SBTVD-T²⁸.

Em relação a financiamentos voltados para venture capital (capital de risco), o Sistema BNDES possui a subsidiária BNDESpar, cujos objetivos incluem o apoio a empresas com base tecnológica e o desenvolvimento de novos empreendimentos em que as atividades incorporem novas tecnologias. Por sua vez, desde 2000 a FINEP apóia empresas inovadoras por meio de programa estruturado de venture capital denominado Inovar. Mais recentemente, a FINEP conta com o programa Prime voltado para empresas nascentes.

De forma análoga, o governo federal pretende modificar o regulamento do FUNTTEL para permitir que os recursos reembolsáveis do fundo possam ser usados para adquirir, diretamente ou por meio dos agentes financeiros credenciados (FINEP e BNDES), ações de empresas de base tecnológica do setor de telecomunicações²⁹.

- Fomento ao desenvolvimento tecnológico

Como política de fomento ao desenvolvimento tecnológico, deve-se citar a Lei

26. Notícia veiculada em 06/01/2012. Disponível em: <http://telesintese.com.br/index.php/entrevistas/18061-mdic-quer-rever-investimentos-em-pad-da-industria-de-tic>

27. Notícia veiculada em /05/02/2012. Disponível em: http://mansueto.files.wordpress.com/2012/02/brasil-maior_novas-medidas.pdf

28. Sistema Brasileiro de TeleVisão Digital Terrestre.

29. <http://telesintese.com.br/index.php/indice-geral-plantao-em-destaque/18110-recursos-do-funttel-poderao-ser-usados-para-comprar-acoes-de-empresas-tecnicas>

10.973/04 (Lei da Inovação) que busca estimular a inovação nas empresas, por meio de projetos envolvendo empresas e universidades e institutos de pesquisa públicos, facilitando a mobilidade dos pesquisadores e a criação de novas empresas de base tecnológica.

Posteriormente, com a publicação da Lei 12.350/10, o governo criou outros tipos de incentivo ao promover a desoneração tributária de subvenções governamentais destinadas ao fomento das atividades de PD&I de empresas nacionais e de entidades de direito privado sem fins lucrativos.

Essa lei altera a base de cálculo do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins, de subvenções destinadas ao desenvolvimento de produtos e processos inovadores e também à remuneração de pesquisadores mestres e doutores, empregados em atividades de inovação tecnológica.

Para estimular a inovação no Brasil, o Plano Brasil Maior estabelece parceria entre governo e indústrias, por meio do instrumento denominado “encomendas tecnológicas”, para compartilhar os riscos da inovação em três áreas estratégicas: indústria farmacêutica, defesa e eletrônicos embarcados, para as quais o governo realiza edital de licitação para estabelecer qual o tipo de produto deve ser desenvolvido pelas empresas interessadas.

Além disso, o Plano Brasil Maior estabelece por meio da Lei 12.546/11 a inclusão de projetos executados em cooperação com Instituição Científica e Tecnológica (ICT) privada sem fins lucrativos na utilização dos incentivos da Lei do Bem.

No entanto, apesar do incentivo do governo à tecnologia nacional, deve-se ressaltar que o desempenho técnico dos produtos nacionais deve se pautar pelas referências do mercado global, sem o que não haverá condições da empresa nacional sustentar seu nível tecnológico e sua própria participação no mercado brasileiro.

Em termos de incentivos a atividades de P&D, merecem destaque os fundos tecnológicos FNDCT³⁰, Funtec³¹ e FUNTTEL³². O primeiro tem como agente financeiro a FINEP, o

segundo é operado pelo BNDES enquanto o terceiro é operado pelas duas instituições.

No caso do Funtec, o fundo foi criado em 1963 e sua gestão encontra-se no âmbito do BNDES com os seguintes objetivos: apoiar financeiramente projetos de desenvolvimento tecnológico e de inovação de interesse estratégico para o País, em conformidade com os Programas e Políticas Públicas do Governo Federal.

Seus recursos são utilizados na modalidade não reembolsável e são oriundos da reversão dos lucros anuais do próprio BNDES para subsidiar Instituições Tecnológicas (IT), diretamente ou por meio de Instituições de Apoio (IA), na realização de projeto de PD&I em parceria com empresas ligadas às seguintes áreas: energia, meio ambiente, saúde, eletrônica, novos materiais, química, transportes e petróleo e gás.

Considerando o escopo deste estudo, o Funtec destina recursos, dentro de sua área temática de eletrônica, para o desenvolvimento de equipamentos e dispositivos inovadores para comunicação de dados, capazes de impactar de forma significativa a implementação do PNBL.³³

Por sua vez, o FNDCT tem sua gestão no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação com o objetivo de financiar as atividades da pesquisa científica e tecnológica nacional.

Seus recursos são utilizados na modalidade não reembolsável e são oriundos de dotações orçamentárias, incentivos fiscais, doações e empréstimos, especialmente aqueles provenientes de instituições multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

Entretanto, os projetos de P&D são constantemente afetados pela instabilidade e descontinuidade dos fluxos de recursos efetivamente alocados no FNDCT, seja pela dependência de dotações de recursos do Tesouro como também pela exigência de contrapartida local nos empréstimos externos. Em função dessas restrições foram criados os fundos setoriais como, por

30. Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321382.html>

31. Fundo Tecnológico – BNDES. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/Funtec/index.html

32. Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/Funttel.html

33. Conforme Cartilha de Apoio à Inovação, disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/cartilha/cartilha_apoio_inovacao.pdf

exemplo, o Fundo Verde-Amarelo com objetivo de aumentar os recursos destinados ao orçamento do FNDCT e garantir maior regularidade em seu fluxo.[31]

Mesmo assim, sua utilização é pouco demandada para algumas áreas. Em amostra realizada em 2008, referente ao período entre 2000 e 2005, houve demanda de apenas quatro empresas intervenientes para o financiamento de projetos cooperativos voltados para a fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações, sendo realizado somente R\$ 12,8 milhões, de um orçamento total de recursos liberados do FNDCT de R\$ 255,9 milhões, ou seja, cerca de 5%. [31]

O mesmo tipo de restrições decorrentes de irregularidade nos fluxos de seus recursos é observado no caso do FUNTTEL.

No caso específico do FUNTTEL, o fundo foi criado 28 de novembro de 2000 pela Lei 10.052 e sua gestão encontra-se no âmbito do Ministério das Comunicações com os seguintes objetivos: estimular o processo de inovação tecnológica, incentivar a capacitação de recursos humanos, fomentar a geração de empregos e promover o acesso de pequenas e médias empresas a recursos de capital, de modo a ampliar a competitividade da indústria brasileira de telecomunicações.

Seus recursos são utilizados nas modalidades reembolsável e não reembolsável e são oriundos das empresas provedoras de serviços de telecomunicação, que recolhem 0,5% da receita operacional líquida. Na modalidade reembolsável, podem ser beneficiadas empresas brasileiras, com sede e administração no país. Já na modalidade não reembolsável, podem ser beneficiadas universidades ou instituições de pesquisa brasileiras, públicas ou privadas, sem fins lucrativos e empresas que tenham projetos cooperativos com essas instituições.

Para atingir seus objetivos, a aplicação dos recursos do FUNTTEL é definida pelos Planos de Aplicação de Recursos (PAR), que podem ser propostos pelos agentes financeiros (FINEP e BNDES) ou pela Fundação CPqD.

Com a possibilidade de descontingenciamento dos recursos do FUNTTEL o governo pretende ampliar a oferta de tec-

nologia nacional e, conforme descrito na seção 4.3, o plano estratégico do fundo se alinha com as políticas públicas em curso – em particular, com o PNBL – e, entre outras coisas, estabelece que os planos de aplicação de seus recursos contemplem programas de capacitação de recursos humanos nas áreas tecnológicas prioritárias.

Outros instrumentos de estímulo à pesquisa, desenvolvimento, inovação e produção, são representados pelas diferentes linhas de apoio e de financiamento da FINEP e do Sistema BNDES³⁴.

Na FINEP, o programa Sibratec (Sistema Brasileiro de Tecnologia) foi instituído pelo Decreto 6.259/07 e tem por objetivo aumentar a competitividade das empresas brasileiras. O programa apóia institutos de pesquisa tecnológica e universidades que, em parceria com as empresas, orientem suas atividades de P&D para a inovação em produtos e processos, em consonância com as prioridades das políticas industrial, tecnológica e de comércio exterior.

Outro tipo de instrumento largamente utilizado em países desenvolvidos é a concessão de subvenção econômica para a inovação, que deve ser operado de acordo com as normas da Organização Mundial do Comércio. No Brasil, a FINEP possui Programa de Subvenção Econômica desde agosto de 2006 e seu objetivo é promover aumento significativo das atividades de inovação e incrementar a competitividade das empresas e da economia do país.

O marco regulatório que viabiliza a concessão de subvenção econômica foi estabelecido a partir da aprovação da Lei da Inovação e da Lei do Bem.

Outros tipos de fomento ao desenvolvimento tecnológico dizem respeito aos programas de capacitação e formação de recursos humanos como, por exemplo, o programa RHAE-Inovação do CNPq, que concede diferentes modalidades de bolsas de fomento tecnológico, voltadas para agregar pessoal altamente qualificado em atividades de P&D nas empresas.

- Instrumentos de apoio técnico

Outro tipo de instrumento utilizado pelo governo são os serviços de apoio técnico prestados pelo próprio governo, ou por suas autarquias, com objetivo de elaborar

34. Sistema BNDES: BNDES, FINAME, BNDESpar e BNDES Limited

pesquisas, estudos e análises sobre PD&I, promover encontros com a finalidade de gerar e difundir conhecimento, criar e manter indicadores de desenvolvimento e inovação para subsidiar análises e estabelecer redes de apoio às empresas.

Um bom exemplo dessa atuação de governo é representado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Criada em 2004 dentro da estrutura do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), tem como missão promover a execução da política industrial, em consonância com as políticas de ciência, tecnologia, inovação e de comércio exterior.

No cumprimento de suas atribuições a agência se coloca como elo entre o setor público e privado, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do País por meio de ações que ampliem a competitividade da indústria e atua como entidade de apoio técnico sistemático às instâncias de articulação e gerenciamento das políticas do governo como no caso, por exemplo, do Plano Brasil Maior.

Por meio de algumas iniciativas como, por exemplo, o Portal da Inovação, o Observatório da Inovação e Competitividade, o Projeto Inteligência Industrial e a Rede Nacional de Política Industrial (RENAPI), a agência oferece estudos conjunturais, estratégicos e tecnológicos para diferentes setores da indústria, contribui para a construção de agendas de ação setoriais e para os avanços no ambiente institucional, regulatório e de inovação no Brasil e aproxima agentes públicos e privados relacionados à inovação e ao desenvolvimento industrial, com o objetivo de difundir regionalmente as políticas de governo.

- Instrumentos regulatórios

São os instrumentos de governo que criam demanda de mercado por inovação e podem se dar por meio de obrigações impostas ao segmento de fabricantes, no sentido de estabelecer normas para a produção, ou obrigações impostas ao segmento de prestadoras de serviço, no sentido de estabelecer contrapartidas que proporcionem vantagens de outra natureza.

No caso das normas, sua aplicação interfere nas relações de fornecedor-cliente e se difunde por toda a cadeia na forma de requisitos de conformidade como, por

exemplo, nas certificações do INMETRO e nas homologações da ANATEL e, em alguns casos, podem ser normas autoimpostas pela indústria e estimuladas pelo governo como, por exemplo, comissões da ABNT voltadas para TV Digital (CEE-85) e para medidores de eletricidade (CE-03).

No caso de contrapartidas, são medidas voltadas para difundir os benefícios obtidos por meio da inovação e promover a aquisição de tecnologias desenvolvidas localmente. Em três casos recentes, o governo estabeleceu contrapartidas e obrigações para que empresas prestadoras de serviços de telecomunicações explorassem determinados recursos.

O primeiro é decorrente da permissão para as empresas Oi e BrT se fundirem para explorarem as economias de escala e de escopo de uma grande operação regional e se deu no compromisso de investir em P&D no país.

O segundo é decorrente da reestruturação do Grupo Telefônica, cuja incorporação da operação móvel da Vivo pela Telefônica foi validada pela Anatel, mediante o cumprimento de obrigações em contrapartida à aprovação. Alguns desses compromissos dizem respeito a instalação adicional de acessos à Internet em banda larga, expansão das redes óptica e móvel 3G (neste caso, inclui atendimento a escolas rurais) e, em particular para o tema de PD&I, o compromisso em consolidar um centro de inovação tecnológica no país.

O terceiro é previsto para o leilão das faixas de espectro de 2,5GHz e 450MHz, destinado à exploração dos serviços de quarta geração (4G) no âmbito do Serviço Móvel Pessoal (SMP) e que estabelece a obrigação do vencedor utilizar equipamentos desenvolvidos e produzidos no Brasil.

- Instrumentos políticos

São instrumentos que o governo dispõe para o exercício da administração pública, ao desempenhar os serviços próprios do Estado, de forma direta ou indireta, em benefício da coletividade.

Podem se dar por meio de ações pragmáticas, ao utilizar o poder de compra do Estado, ou de suas autarquias, nas contratações de bens e serviços com o objetivo de acelerar a introdução de inovação tecnológica no mercado ou por meio de ações de coordenação estratégica, com o

objetivo de combinar vários instrumentos como, por exemplo, programas de P&D ou necessidade da indústria para determinadas tecnologias.

Como exemplo de poder de compra do Estado, para o setor de telecomunicações, vale destacar a Lei 12.349/10, que estabelece preferência nas licitações públicas para produtos e serviços resultantes de desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no país e que culminou no edital da Telebrás S.A., que introduziu condições preferenciais para produtos com tecnologia nacional.

Em resumo, é possível depreender deste estudo que o Brasil apresenta diversos instru-

mentos destinados ao estímulo ao desenvolvimento tecnológico e à produção nacional de plataformas voltadas para o segmento de serviços banda larga, embora muitos dos instrumentos tenham um caráter genérico e não tenham sido concebidos de modo específico para o setor de banda larga.

Contudo, vários deles se encontram ainda em seu estágio inicial de implementação e, por isso, sem resultados expressivos que comprovem sua eficácia. Adicionalmente, alguns poucos se encontram em fase de formulação e devem ter sua efetivação apoiada, conforme proposições feitas a seguir.

5.2 Proposições de ações para o desenvolvimento competitivo

Com o objetivo de identificar ações complementares àquelas descritas nas seções 4.3 e 5, é necessário classificá-las conforme os diferentes tipos de medidas que tenham por objetivo estimular a inovação e, por conseguinte, o desenvolvimento industrial.

Para tanto, as medidas podem ser classificadas de acordo com sua natureza, tanto do lado da oferta como da demanda. Assim, a Tabela 2 é uma proposta de organização originalmente inspirada em [22].

Tabela 2- Instrumentos

Tipo de Apoio	Tipo de medida	Descrição e contexto brasileiro	Exemplos no Brasil (principalmente aplicáveis ao caso da Banda Larga)
Apoio financeiro	Incentivos Fiscais	São incentivos que reduzem a carga de tributos incidentes sobre bens de capital ou sobre custeio de atividades referentes a P&D. Incluem instrumentos de desoneração tributária para empresas com base tecnológica; como desoneração de encargos trabalhistas para empresas com base tecnológica; depreciação acelerada de bens de capital.	- Lei 11.196/05 (Lei do Bem); - Decreto 5.906/06; - Lei 12.350/10; - Decreto 6.945/09; - Lei 12.546/11;
		Esses instrumentos agem predominantemente sobre a oferta.	- MP para isenção de PIS/Cofins e IPI na construção de novas redes
Apoio financeiro	Financiamento à produção e capital de risco	São medidas que estimulam o crescimento das empresas por meio do financiamento em condições especiais e pela expansão de seu patrimônio líquido e de seu valor de mercado. Incluem recursos públicos para capital de risco. Esses instrumentos agem predominantemente sobre a oferta.	- FUNTTEL (resolução nº 83); - BNDESpar; - Lei 11.196/05 (Lei do Bem)

Tipo de Apoio	Tipo de medida	Descrição e contexto brasileiro	Exemplos no Brasil (principalmente aplicáveis ao caso da Banda Larga)
Fomento ao desenvolvimento tecnológico	Financiamento a P&D	<p>São recursos financeiros para a implantação, expansão, modernização de atividades de P&D.</p> <p>Recursos p/ P&D (não reembolsáveis)</p> <p>Bolsas p/ RH</p> <p>Empréstimos reembolsáveis</p> <p>Prêmios de PD&I</p> <p>Editais para contratação de projetos de P&D</p> <p>Encomendas de projetos com alto grau de inovação</p>	<p>- Fundos de P&D (FUNTTEL, Funtec e FNDCT);</p> <p>- Subvenção Econômica/FINEP</p> <p>- Bolsas do Programa RHAE/CNPq; PAPPE/FINEP</p> <p>- Linhas de financiamento/BNDES;</p> <p>- Programa Pró-Inovação/FINEP;</p> <p>- Prêmio Inovação FINEP;</p> <p>- Encomendas Tecnológicas (Brasil Maior)</p>
	Apoio técnico	Serviços de Informação & Encontros empresariais	<p>São serviços prestados pelo governo, ou por suas autarquias, com objetivo de elaborar pesquisas, estudos e análises sobre PD&I, promover encontros com a finalidade de gerar e difundir conhecimento e criar e manter indicadores de desenvolvimento e inovação para subsidiar análises.</p>
Apoio técnico	Serviços de redes de apoio	<p>São serviços prestados pelo governo, ou por suas autarquias, com objetivo de estabelecer redes de apoio técnico e gerencial às empresas.</p> <p>Estímulo p/ criação de grupos de trabalho</p> <p>Criação de incubadoras e pólos tecnológicos</p>	<p>- Sibratec /FINEP;</p> <p>- RENAPI (ABDI);</p> <p>- Programa Sebrae de Incubadoras de Empresas</p>
Apoio técnico	Suporte a programas de treinamento & intercâmbio	<p>São recursos financeiros destinados à qualificação do corpo técnico com o objetivo de aumentar a competitividade das empresas:</p> <p>- Programas de capacitação</p> <p>- Treinamento em empreendedorismo</p> <p>- Subsídios para mobilidade de profissionais</p> <p>- Recursos para recrutamento de cientistas</p>	<p>- FUNTTEL (resolução nº 83);</p> <p>- Programa de empreendedorismo Global (ABDI);</p> <p>- Lei 10973/04 (Lei da Inovação);</p> <p>- Programa de Visitantes (ABDI);</p> <p>- Programa RHAE-Inovação/CNPq</p>
Medidas regulatórias	Normas e padrões	<p>São medidas voltadas para estabelecer normas para a produção e que introduzam inovação no mercado:</p> <p>- Regulamentação & Padronização pró-inovação</p> <p>- Estímulo à autonormalização da indústria e ao desenvolvimento coordenado de plataformas tecnológicas.</p>	<p>- Programas de certificação do INMETRO;</p> <p>- Homologação de equipamentos pela Anatel;</p> <p>- Comissão de Estudo Especial de Televisão Digital da ABNT (CEE-85); - Comissão de Estudo Especial de Medidores de Eletricidade da ABNT(CE-03)</p>
	Obrigações e contrapartidas	<p>São medidas voltadas para difundir os benefícios obtidos por meio da inovação ou subsidiar a aquisição de tecnologias inovadoras demandadas pelas empresas. Também podem se originar de contrapartidas assumidas pelas empresas, com vistas a outras vantagens:</p> <p>- Incentivos fiscais para aquisição de tecnologia nacional</p> <p>- Obrigações e contrapartidas em função de aquisição de licenças e/ou espectro;</p> <p>- Indução/articulação da demanda da Indústria</p> <p>- Programas de treinamento e capacitação</p> <p>Esses instrumentos agem predominantemente sobre a demanda.</p>	<p>- Compromissos de investimento em P&D decorrentes da Fusão Oi/BrT e da incorporação da Vivo pela Telefônica;</p> <p>- Obrigação de conteúdo nacional no leilão de 4G;</p> <p>- Programa PAPPE/FINEP</p>

Tipo de Apoio	Tipo de medida	Descrição e contexto brasileiro	Exemplos no Brasil (principalmente aplicáveis ao caso da Banda Larga)
Medidas Políticas	Poder de compra do Estado	São medidas que estabelecem mecanismos para demanda direta do governo, ou de suas autarquias, com o objetivo de acelerar a introdução de inovação tecnológica no mercado. Esses instrumentos agem predominantemente sobre a demanda.	- Lei no 12.349/10; - Editais da Telebrás.
	Medidas sistêmicas	São medidas coordenadas de forma estratégica com o objetivo de combinar vários instrumentos do lado da demanda como, por exemplo, programas de P&D ou necessidade da indústria para determinadas tecnologias: - Estímulo à criação de clusters. - Estímulo à cadeia de fornecimento. - Integração das medidas do lado da oferta com a demanda.	

Desses quadros é possível observar que, atualmente no Brasil, existem medidas de diferentes matizes e que, boa parte delas decorre de políticas formuladas recentemente para a retomada do desenvolvimento industrial do país.

Além disso, a transposição de cada medida para o contexto brasileiro mostra que muitas já se encontram, ou sem maiores dificuldades podem vir a ser, direcionadas para o setor de TICs. Entretanto, em alguns casos, são ações que se destinam ao estímulo da produção de software e da prestação de serviços de TI, sendo desejável sua extensão para contemplar a produção de equipamentos de telecomunicações.

Em alguns casos, as medidas se encontram em fase de formulação e se mostra importante sua efetivação como, por exemplo, a criação de Medida Provisória, voltada para desoneração tributária de novos investimentos em banda larga e as exigências de utilização de equipamentos desenvolvidos e produzidos no Brasil, como contrapartida para o leilão das faixas de espectro de 2,5GHz e 450MHz, destinadas ao Serviço Móvel Pessoal (SMP).

Igualmente importantes se mostram a decisão do governo de descontingenciar o FUNTTEL, com o intuito de minimizar a instabilidade e descontinuidade dos recursos para P&D, e a sua atuação na coordenação estratégica dos projetos de P&D, a serem suportados pelo fundo em áreas prioritárias.

Em algumas poucas exceções não foram identificadas medidas com correspondência no setor de TICs como, por

exemplo, estímulo à criação de clusters e ao desenvolvimento da cadeia de fornecimento e, finalmente, à integração das medidas do lado da oferta com a demanda.

Tais medidas já se encontram em discussão em outros setores da economia brasileira, como é o caso das iniciativas da ABDI para o setor de petróleo e gás, em parceria com a Petrobrás.³⁵

Tomando por base o planejamento da agência para a formulação de política industrial, voltada para um setor intensivo de capital e de utilidade pública, e adaptando-o ao setor de TICs é possível identificar três conjuntos de políticas que englobam boa parte das medidas da Tabela 2:

- Desenvolvimento de soluções com alto grau de inovação, que possibilitem inserção em um mercado com alto grau de concentração;
- Preservação do interesse público ao se definir o direcionamento dos recursos;
- Coordenação das diferentes medidas de política industrial para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores.

O primeiro conjunto se destina a estimular programas de PD&I e resume boa parte das medidas que se aplica ao lado da oferta e estão identificadas na Tabela 2.

O segundo conjunto destaca a importância de orientar os recursos destinados ao estímulo à inovação de forma a obter os benefícios que assegurem maior desenvolvimento social ao país. Prevista em quase toda medida do lado da oferta da Tabela 2, graças ao alinhamento inerente

35. Programas estratégicos da Rede de Melhoria de Gestão da Cadeia de Fornecedores de Bens e Serviços da Petrobras. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/acao_resumo.aspx?i=63.

dos critérios de aplicação dos recursos disponíveis aos objetivos da política pública em curso, atualmente sua eficácia tem sido também reconhecida por meio de medidas do lado da demanda.

Além de permitir a identificação de barreiras estruturais, que dificultam a introdução e a difusão da inovação bem como a compreensão das necessidades do mercado, as medidas que estimulam a inovação pelo lado da demanda atendem melhor as necessidades sociais elegíveis pelas políticas públicas. [24]

Nesse sentido, dentre as medidas da Tabela 2, destacam-se aquelas voltadas para o poder de compra, do Estado e das empresas. Em particular, os editais da Telebrás e a isenção de IPI e PIS/COFINS para a construção de novas redes são medidas que buscam estimular a inovação especificamente para o setor de banda larga sob as duas perspectivas, pública e privada.

Por fim, em relação a medidas voltadas para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores, específica para o setor de banda larga (e, de uma forma geral, para TICs), não é possível identificar qualquer tipo de medida, ao menos na esfera federal.³⁶

Da análise descrita em 2.2, constata-se que medidas dessa natureza são importantes, especialmente para a produção de equipamentos de telecomunicações. Elas permitem a especialização e a obtenção de vantagens competitivas, cuja eficácia é comprovada pelas experiências da Coreia do Sul e da Hungria, apontadas como ambientes propícios à atração de centros de P&D e à formação de clusters especializados, que resultaram em suas lideranças em termos de volume e de taxa de crescimento das exportações de equipamentos, respectivamente.

Por isso, os programas voltados para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores do setor de petróleo e gás (ABDI/Petrobrás) podem servir como referência para a transposição dessa política para o setor de TICs, da seguinte forma: [33]

- Programa para o desenvolvimento de Pólos Empresariais e Arranjos Produtivos Locais (APL):

Programa voltado para apoiar o fortalecimento de pólos empresariais (indústria e serviços) e APLs, a serem definidos em função da governança e das oportunidades dos investimentos ao longo da cadeia de fornecedores da Petrobras visando a inserção das empresas de forma competitiva e sustentável na cadeia de valor global do setor de petróleo, gás e energia. Tal programa se mostra útil para o estímulo à criação de clusters e sua transposição para os setores de banda larga e TICs pode identificar um papel importante a ser destinado à Telebrás.

- Programa para o desenvolvimento da Cadeia de Fornecedores de Petróleo, Gás e Energia na América Latina:

Programa voltado para o fortalecimento da cadeia produtiva de Petróleo e Gás da América Latina, a partir da qualificação, da integração e da complementação das empresas fornecedoras (potenciais e efetivas) do setor petróleo no Brasil, em alinhamento com as demandas e necessidades das empresas-âncora dos países. Tal programa se mostra útil para o estímulo à cadeia de fornecimento e sua transposição para o setor de TICs merece uma análise mais aprofundada, em particular, para identificar a abrangência geográfica da cadeia do setor.

- Programa para mecanismos de Integração da Cadeia de Fornecedores:

Programa voltado para incentivar um ambiente favorável ao desenvolvimento e à integração ao longo da cadeia, proporcionando um maior conhecimento do setor e estimulando parcerias e cooperação para a melhoria da competitividade. Tal programa se mostra útil para a Integração das medidas do lado da oferta com a demanda e sua transposição para o setor de TICs pode identificar a oportunidade de se criar uma Rede de Melhoria de Gestão da Cadeia de Fornecedores de Bens e Serviços da Telebrás, à semelhança do que é esperado no setor de petróleo e gás.

36. Nota dos autores: Em outras esferas há profusão de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento de cadeias de fornecedores de software, fora do escopo do presente estudo. Portanto, a ausência de medidas se refere especificamente à esfera federal para o desenvolvimento de cadeias de fornecedores de equipamentos, cuja importância é resgatada das experiências da Coreia do Sul e da Hungria logo em seguida.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho mostra as principais tendências no mercado de telecomunicações mundial, com ênfase em banda larga e serviços convergentes. Além disso, volta-se para a análise detalhada do segmento de fornecedores de equipamentos e de serviços ligados à Internet banda larga, e dos instrumentos necessários para promover o aumento do desenvolvimento tecnológico e da produção nacional para esse segmento industrial.

Como resultado são descritas as diferentes plataformas tecnológicas e avaliadas as capacidades de desenvolvimento

e de produção no país. Em seguida, é levantado todo o marco legal voltado para a criação de mecanismos de estímulo à indústria nacional.

Por fim, são destacados os principais desafios e oportunidades para o segmento alvo do estudo, representado pelos fornecedores de equipamentos e de serviços ligados à Internet banda larga e, como contribuição para evolução do tema, são apresentadas algumas recomendações para a formulação de políticas que se justificam pela resultados obtidos em outros mercados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Telecom Operators: Caution - work ahead. Arthur D. Little and Exane BNP Paribas, março de 2007.
- [2] Europe's Digital Competitiveness Report. Vol. I. Commission staff working document, Comissão Europeia, Bruxelas, maio de 2010.
- [3] OECD Information Technology outlook 2010. OCDE, 2010.
- [4] OECD Communications Outlook 2011. OCDE, 2011.
- [5] OECD Communications Outlook 2009. OCDE, 2009.
- [6] The ICT sector in Hungary. Converging on success. Investment and Trade Development Agency (ITD). Hungria, fevereiro de 2008.
- [7] Recommendation of the OECD Council on Broadband Development. OCDE, 2004.
- [8] OECD Broadband Portal.
Disponível em http://www.oecd.org/department/0,3355,en_2649_34225_1_1_1_1_1,00.html
- [9] Broadband and Grids Technology in the Netherlands. Ministry of Economic Affairs, Holanda 2005.
- [10] The Plan for the Development of Broadband Services until 2008. Ministry of Economy and Finance. Disponível em:
http://www.infosoc.gr/infosoc/en-UK/specialreports/broadband_plan/
- [11] Informatization White Paper. National Computerization Agency. Republic of Korea, setembro de 2006.
- [12] National broadband strategy. Final report. Ministry of Transport and Communications, novembro de 2007.
- [13] Qiang, C. et al. Economic Impacts of Broadband. In: World Bank. Information and Communications for Development. Washington, DC. 2009.
- [14] Background paper to ITU New Initiatives Workshop on Promoting Broadband. UIT. Genebra, abril de 2003.
- [15] Graciosa, H. M. M.; Bordeaux-Rego, A. C. G.; Zanco Filho, R. A.; Loural, C. A.. Adaptação de um Centro de P&D a Mudanças Estruturais no seu Setor de Atuação: o Caso do CPqD. Trabalho apresentado no XXII Simpósio de Gestão da Inovação, Salvador, Brasil, novembro de 2002.
- [16] A crunch of gears. The Economist, 2001.
- [17] Qiang, C. et al. Broadband Infrastructure Investment in Stimulus Packages: Relevance for Developing Countries. Washington, DC. 2009.
- [18] World Telecommunication/ICT Indicators Database. ITU-D.
Disponível em: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>
- [19] Brasil Conectado. Programa Nacional de Banda Larga. 2010. Secretaria-

- Executiva do Comitê Gestor do Programa de Inclusão Digital CGPID. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/brasilconectado>.
- [20] Inovar e investir para sustentar o crescimento. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2010. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/pdp/arquivos/destswf1224095287.ppt>
- [21] Leal, R. L. V. ; Loural, C. A. . Desafios e oportunidades do setor de telecomunicações no Brasil. In: Bolívar Pêgo; Carlos Alvares da Silva Campos Neto. (Org.). Infraestrutura Econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025. Brasília: Ipea, 2010.
- [22] Edler, J.; Georghiou, L.. Public procurement and innovation – Resurrecting the dead side. Research Policy, Elsevier, maio de 2007.
- [23] Bamforth, R.; Longbottom, C.. Telecoms re-invention–death of the traditional telco. Quocirca Ltda, julho de 2010.
- [24] Edler, J.. Demand-based Innovation Policy. Manchester Business School Working Paper, Number 529. 2007. Disponível em: <http://www.mbs.ac.uk/research/workingpapers/>
- [25] OECD Guide to Measuring the Information Society, 2009. OCDE, 2009.
- [26] INSEAD. The Global Innovation Index 2011: Accelerating Growth and Development is the result of a collaboration among and Knowledge Partners. INSEAD, 2011.
- [27] Bordeaux-Rego, A. C.; Loural, C. A.; Ongarelli, M. A.; Giansante, M.; Tome, T.; Tronco, T. R.; Machado, A. M.. Artigo: “Perspectivas do desenvolvimento tecnológico para a indústria brasileira de telecomunicações no contexto do PNBL”. Fundação CPqD, outubro de 2011. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Industria/artigo_cpqd.html.
- [28] Anuário TELECOM 2011. Plano Editorial Ltda, 2011.
- [29] Indústria de Equipamentos e Balança Comercial. Teleco, 2011. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/telbalcom.asp>. Acesso em 07/02/2012.
- [30] Brasil Conectado. Documento-Base do Programa Nacional de Banda Larga. 2010. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/brasilconectado/forum-brasil-conectado/documentos/3o-fbc/documento-base-do-programa-nacional-de-banda-larga>
- [31] De Negri, J. A.; De Negri, F.; Lemos, M. B.. O impacto do programa FNDCT sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil, capítulo 7. IPEA, 2008.
- [32] Managed Services Demystified – Na Overview for Telecom Service Providers. Strategic White Paper. Alcatel-Lucent, 2008.
- [33] A Rede de Melhoria da Gestão para o Desenvolvimento da Cadeia Nacional de Fornecedores de Bens e Serviços da Petrobras. Plano Estratégico 2011-2020. Concepção, Programas de Trabalho e Governança. Petrobrás, 30 de novembro de 2010. Disponível em: http://www.ecentex.org/textos/rede_melhoria_gestao_petrobras.pdf.
- [34] Revista Datacom. Tecnologia e Produtos para Telecomunicações. Ano I, nº 3. Dezembro, 2007. Disponível em: http://www.datacom.ind.br/new/files/Revista_Datacom_no_3.pdf.

- [35] Bordeaux-Rego, A. C.; Lural, C. A.; Ongarelli, M. A.; Giansante, M.; Tome, T.; Tronco, T. R.; Machado, A. M.. Relatório detalhado: "Perspectivas para o desenvolvimento tecnológico em telecomunicações no contexto do PNB". Fundação CPqD, outubro de 2011. Disponível em: http://www.cpqd.com.br/files/pdf/Relatorio_Perspectivas_Desenv_Tec_Telecom_20out2011_v2.pdf.
- [36] Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2011-2016. Cisco, fevereiro de 2012.