



Número: 175/2007
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

RODRIGO LIMA VERDE LEAL

A Internacionalização da P&D nas Telecomunicações: Os Limitantes da Atração de Investimentos nas Subsidiárias Brasileiras das Empresas Multinacionais

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto - 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

Bibliotecário: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283

Leal, Rodrigo Lima Verde

L473i A internacionalização da P&D nas telecomunicações: os limitantes da atração de investimentos nas subsidiárias brasileiras das empresas multinacionais / Rodrigo Lima Verde Leal. - Campinas, SP : [s.n.], 2007.

Orientador: Sérgio Robles Reis de Queiroz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Investimentos estrangeiros. 2. Empresas multinacionais. 3. Telecomunicações. 4. Globalização. I. Queiroz, Sérgio Robles Reis de. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Título e subtítulo em inglês: The internationalization of R&D in telecommunications : the limiters to investment attraction to Brazilian subsidiaries of multinational companies.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Foreign investments, Foreign corporation, Telecommunication, Globalization.

Titulação: Mestre em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: Simone Vasconcelos Ribeiro Galina, José Manuel Martin Rios.

Data da Defesa: 31-08-2007.

Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AUTOR: RODRIGO LIMA VERDE LEAL

A Internacionalização da P&D nas Telecomunicações: Os Limitantes da Atração de Investimentos nas Subsidiárias Brasileiras das Empresas Multinacionais

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz

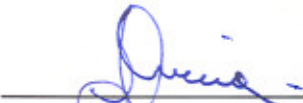
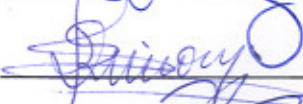
Aprovada em 31 / 08 / 2007

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Sérgio Robles Reis de Queiroz

Profa. Dra. Simone Vasconcelos Ribeiro Galina

Prof. Dr. José Manuel Martin Rios

 -Presidente



Campinas, 31 de agosto de 2007

**Aos meus pais,
por sempre estimularem o contínuo aprendizado.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Sérgio Queiroz, pela trabalho de orientação e por sempre estimular a excelência. Aprendi muito nas nossas conversas e utilizarei esse aprendizado em toda minha vida profissional.

Ao meu pai, por me dar todo o apoio na difícil decisão de mudar de vida e começar esta pesquisa e por sempre instigar o contante aprendizado e a cultura.

Ao grande colega, Claudio Loural, pela ajuda, compreensão e confiança no meu trabalho de pesquisa. Sem seu apoio esta dissertação jamais teria sido possível.

Ao grande colega, Reynaldo Formigoni, por apoiar minha prioridade de seguir em frente nesta pesquisa e por abrir caminhos para que isto se concretizasse.

À Profa. Simone Galina, pela leitura atenciosa deste trabalho, por sempre se mostrar aberta a ajudar e pelos inúmeros trabalhos passados e presentes de pesquisa no setor de telecomunicações, que serviram de grande insumo para este estudo.

Ao José Manuel, por aceitar o convite de participar da banca e por sua ajuda baseada num profundo conhecimento do setor.

Ao Giancarlo Stefanuto, que tanto me ajudou enquanto trabalhou comigo, fornecendo preciosas dicas de como estruturar este trabalho e estimulando-me a seguir em frente.

Ao Prof. Ruy Quadros, pelas ótimas dicas de leitura na época em que eu estava estruturando as minhas idéias iniciais.

Aos meus colegas de trabalho e de mestrado e aos amigos de longa data que, mesmo sem saberem, ajudaram-me das mais diversas formas, com dicas, palavras incentivadoras e ótimas risadas: Digão, Bassê, Bonzinho, Benê, Lu, Cris, Esther, Bine, Laís, Rogério e Rafa.

Aos demais colegas, professores e funcionários do DPCT e do IG.

E a mim, senão não tinha nada disso aqui não ;-)

**"Como é agradável ouvir palavras e sons!
Não serão as palavras e os sons
os arco-íris e as pontes ilusórias entre as coisas eternamente separadas?
A cada alma pertence um mundo diferente;
para cada alma, toda outra alma é um além-mundo.
Entre as coisas mais semelhantes é onde é mais bela a ilusão:
porque é sobre o abismo pequeno que se torna difícil lançar uma ponte".**

Friedrich Wilhelm Nietzsche

SIGLAS E ABREVIATURAS

ETSI: European Telecommunications Standards Institute.

IDE: investimento direto estrangeiro.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers).

ITU: International Telecommunication Union.

IP: *Internet protocol* (protocolo de Internet).

IPTV: Internet protocol TV (televisão sobre protocolo de Internet)

P&D: pesquisa e desenvolvimento.

TI: tecnologia da informação.

TIA: Telecommunications Industry Association.

TIC: tecnologia de informação e comunicação.

VoIP: voice over IP (voz sobre protololo de Internet)

FIGURAS, QUADROS, GRÁFICOS E TABELAS

Figuras

Figura I.1: A transformação da organização das atividades de P&D nas telecomunicações.....	16
Figura I.2: A natureza da P&D nas telecomunicações e suas transformações.....	24
Figura I.3: Elementos que permitem a internacionalização das atividades de P&D nas telecomunicações	29
Figura II.1: Limitantes da oferta de mão-de-obra qualificada.....	65
Figura II.2: Parcerias da Motorola em P&D (2002-2005).....	72
Figura II.3: Limitantes da oferta de instituições para realização de parcerias em P&D.....	77
Figura II.4: Atratividade dos países em termos de mercado.....	84
Figura II.5: Limitantes do mercado de serviços de telecomunicações.....	87
Figura II.6: Evolução das políticas setoriais de telecomunicações e TI.....	108
Figura II.7: Inter-relação entre fatores de atração de atividades de P&D.....	124

Gráficos

Gráfico 1: Proporção da receita do setor de telecomunicações sobre o PIB.....	3
Gráfico I.1: Gastos em P&D dos principais atores do setor de telecomunicações.....	12
Gráfico I.2: Gastos em P&D de alguns países e fabricantes de tele-equipamentos.....	13
Gráfico I.3: Distribuição das unidades de P&D de uma empresa do setor - Motorola.....	32
Gráfico II.1: Distribuição da média dos alunos de IES nos conteúdos geral e específico.....	63
Gráfico II.2: Evolução da oferta de grupos de pesquisa segundo ano de formação.....	68
Gráfico II.3: Variação do salário médio do pessoal ocupado no setor de telecomunicações.....	79
Gráfico II.4: Evolução dos serviços de telecomunicações.....	81
Gráfico II.5: Relação entre tamanho de mercado, penetração de serviços e taxa de crescimento.....	83

Gráfico II.6: Índices de efetividade dos instrumentos de propriedade intelectual em alguns países selecionados.....	97
Gráfico II.7: Taxa de transmissão efetiva dos links internacionais (2004).....	101
Gráfico II.8: Custo de telecomunicações (2004).....	102
Gráfico II.9: Orçamento dos fundos públicos CT-INFO e FUNTTEL previsto em lei	104

Tabelas

Tabela 1: Metodologia.....	5
Tabela I.1: Transformação do setor de telecomunicações.....	10
Tabela I.2: Investimento em P&D dos maiores fabricantes de tele-equipamentos (2003).....	14
Tabela I.3: Quantidade de tecnologias padronizadas.....	19
Tabela I.4: Complexidade da base de conhecimento a partir da configuração das unidades de negócio de uma empresa típica do setor.....	21
Tabela II.1: Principais atividades de P&D realizadas no Brasil a partir da década de 1990.....	49
Tabela II.2: Fatores de atração de atividades de P&D.....	55
Tabela II.3: Indicadores de ensino superior.....	58
Tabela II.4: Matriculados e concluintes em ensino superior por ano.....	60
Tabela II.5: Salário médio do setor.....	78
Tabela II.6: Maiores mercados de serviços de telecomunicações (2005).....	82
Tabela II.7: Crescimento médio anual dos maiores mercados mundiais de telecomunicações.....	84
Tabela II.8: Operações de negócio no Brasil das principais realizadoras de P&D do setor.....	93
Tabela II.9: Teledensidade dos serviços de telecomunicações (2005).....	99
Tabela II.10: Infra-estrutura de telecomunicações em algumas cidades selecionadas.....	100
Tabela II.11: Classificação dos países segundo indicadores de ambiente sócio-político-econômico...	111
Tabela II.12: Resumo dos fatores limitantes à atratividade brasileira.....	113



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

A Internacionalização da P&D nas Telecomunicações: Os Limitantes da Atração de Investimentos nas Subsidiárias Brasileiras das Empresas Multinacionais

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Rodrigo Lima Verde Leal

Esta dissertação tem como objetivo central identificar os limitantes da inserção do Brasil na internacionalização das atividades de P&D no setor de telecomunicações. A primeira etapa da pesquisa visa caracterizar as atividades de P&D do setor e ilustrar em que medida ocorre sua internacionalização. As características das atividades de P&D do setor – complexidade, modularidade e interoperabilidade – conformam um potencial para a divisão do trabalho, o qual é posto em prática por alguns elementos: liberalização econômica e regulatória, mudanças na base de conhecimento, pressões competitivas e mudanças organizacionais. As evidências empíricas comprovam que o processo de internacionalização da P&D no setor realmente ocorre, mas também mostram que o mesmo está concentrado em poucos países, dentre os quais China e Índia vêm ganhando espaço. Estimulada pela pouca menção ao Brasil nesse processo, a segunda etapa da pesquisa inicia com um quadro que ilustra que a participação das subsidiárias brasileiras se dá de forma limitada e restrita, a qual se resume, em grande parte, a atividades de adaptação e desenvolvimento de produtos e a alguns nichos tecnológicos. Em seguida, dez fatores de atração de atividades de P&D são analisados a partir de elementos específicos do setor de telecomunicações e do contexto brasileiro. O resultado dessa análise é uma lista dos principais elementos que limitam a competitividade do Brasil nos fatores de atração de atividades de P&D. A partir daí, é feita uma discussão em torno da influência das dimensões do sistema setorial de inovação de telecomunicações – campos científicos e tecnológicos, usuários, aplicações, demanda, atores, redes e instituições – sobre os fatores de atração de atividades de P&D, mostrando que os mesmos estão inter-relacionados. Pode-se concluir que os ativos tecnológicos – como mão-de-obra qualificada e existência de institutos de pesquisa e de ensino superior – e os ativos mercadológicos – como tamanho e potencial de crescimento do mercado – são os principais determinantes dos limites da competitividade brasileira na atração por investimentos em P&D. Finalmente, surgem duas grandes implicações para a formulação de políticas públicas voltadas à atração desse tipo de investimento. É imprescindível (i) a existência de políticas públicas voltadas à atração de P&D para o Brasil e (ii) seu foco deve ser o fortalecimento dos ativos tecnológicos, primariamente, e dos ativos mercadológicos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**The Internationalization of R&D in Telecommunications: The Limiters to Investment Attraction
to Brazilian Subsidiaries of Multinational Companies**

ABSTRACT

Masters Dissertation

Rodrigo Lima Verde Leal

This dissertation has the main objective of identifying the limiters to Brazil's inclusion in the internationalization of R&D activities in the telecommunications sector. The first stage of the research seeks to characterize R&D activities in the sector and to illustrate at what level this internationalization occurs. The characteristics of R&D activities in the sector – complexity, modularity and interoperability – create a potential for the division of work, which is put into practice by a few elements: regulatory and economic liberalization, changes in the knowledge base, competitive pressure and organizational changes. Empirical evidence confirms that the process of R&D internationalization really occurs, but also shows that it is concentrated in a few countries, of which China and India are gaining room. Stimulated by few references to Brazil in this process, the second stage of this research begins with a picture, which illustrates that the participation of Brazilian subsidiaries takes place in a limited and restricted way, which adds up, in great part, to product development and adaptation activities and to a few technological niches. Following that, ten attraction factors of R&D activities are analyzed from specific elements of the telecommunications sector and of the Brazilian context. The result of this analysis is a list of the main elements that limit Brazil's competitiveness in the attraction factors of R&D activities. From there, there is a discussion regarding the influences of the dimensions of the telecommunications sectoral system of innovation – scientific and technological fields, users, applications, demand, actors, networks and institutions – on the attraction factors of R&D activities, showing that these are interrelated. The conclusion from this, is that technological assets – such as qualified labor and the existence of research and educational institutes – and market-related assets – like market size and its growth potential – are the main determinants of the limits of Brazilian competitiveness in the attraction of R&D investments. Finally, two implications for public policies related to the attraction of this type of investment are brought up. It is indispensable (i) the existence of public policies dedicated to the attraction of R&D to Brazil and (ii) its focus must be the strengthening of technological assets, primarily, and market-related assets.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I - A INTERNACIONALIZAÇÃO da P&D nas TELECOMUNICAÇÕES.....	9
I.1 - Os realizadores de P&D nas telecomunicações.....	9
I.2 - A natureza das atividades de P&D nas telecomunicações.....	16
I.2.1 - A complexidade das atividades de P&D.....	17
I.2.2 - Interoperabilidade e modularização.....	21
I.3 - Elementos que permitem a internacionalização das atividades de P&D nas telecomunicações	24
I.4 - A localização geográfica da P&D nas telecomunicações.....	30
CAPÍTULO II - A ATRATIVIDADE do SETOR de TELECOMUNICAÇÕES BRASILEIRO.....	39
II.1 - A participação das subsidiárias brasileiras nas atividades de P&D.....	40
II.2 - Os fatores de atração de atividades de P&D.....	49
II.2.1 - Fatores de atração internos à P&D.....	56
II.2.2 - Fatores de atração externos à P&D.....	92
II.3 - Inter-relação dos fatores de atração de atividades de P&D.....	113
CONCLUSÃO.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
BIBLIOGRAFIA.....	149

INTRODUÇÃO

A internacionalização da P&D é um processo direcionado pelas empresas multinacionais e tem como resultado o estabelecimento de redes globais de inovação (Ernst, 2005; OECD, 2006; Pearce, 2005). Nas últimas décadas, o processo de internacionalização das atividades de inovação, que antes era restrito às etapas de produção e marketing, passou a englobar P&D, acompanhando o surgimento de laboratórios descentralizados em subsidiárias de empresas multinacionais e os acordos de cooperação internacional entre diversos atores (OECD, 2004). Mais recentemente, a internacionalização da P&D tem sido marcada por três características: ocorre a uma velocidade maior, está se espalhando para um número crescente de países, incluindo países em desenvolvimento, e envolve atividades que vão além da adaptação de tecnologias a condições locais (OECD, 2006).

Um projeto da FAPESP¹, cujo objetivo central é contribuir para a formulação de políticas públicas capazes de alavancar os investimentos tecnológicos de empresas multinacionais no Brasil, parte da hipótese de que as políticas públicas afetam de forma decisiva no influxo de investimento em tecnologia. Um dos resultados do projeto foi a verificação da existência de diversas políticas públicas de atração de investimentos em P&D em vários países do mundo. Além disso, constatou que a internacionalização da P&D não ocorre de forma uniforme entre os países. Alguns oferecem vantagens comparativas que os torna mais atraentes para receberem investimentos nesse tipo de atividade. Adicionalmente, a pesquisa mostrou que os executivos de empresas multinacionais se baseiam em diversos indicadores para tomarem a decisão em torno de qual país investir em P&D, e que a percepção da importância de cada um deles varia conforme o setor de atuação da empresa.

Motivado por essas informações, esta dissertação busca contribuir nessa linha de pesquisa, ao escolher o setor de atuação profissional do autor para analisar em que medida o Brasil se encaixa no processo de internacionalização da P&D no setor de telecomunicações. A pergunta que norteia grande parte deste trabalho é a seguinte: *o que limita a inserção do Brasil na internacionalização de atividades de P&D do setor de telecomunicações?* Esse setor é um caso interessante a ser estudado numa pesquisa sobre a internacionalização da P&D industrial. É um setor dominado por

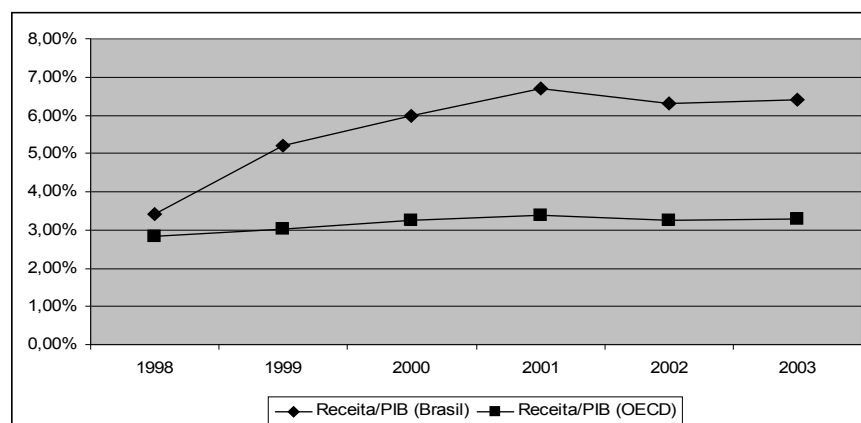
1 Projeto intitulado "Políticas de desenvolvimento de atividades tecnológicas em filiais brasileiras de multinacionais", coordenado pelo DPCT/UNICAMP, em parceria com USP, UNESP e Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo.

empresas multinacionais – as grandes realizadoras de P&D no mundo – possui grande impacto sobre a economia brasileira e tem passado por profundas transformações nas últimas décadas.

Concomitante com o processo geral de internacionalização da P&D, o setor de telecomunicações sofreu profundas transformações estruturais que conformaram o papel dominante das empresas multinacionais nas atividades de P&D do setor, mais especificamente as empresas fabricantes de equipamentos necessários à construção da infra-estrutura em que se baseiam os serviços de telecomunicações prestados pelas empresas operadoras (Fransman, 2002a e 2002b). Aquelas empresas são altamente dependentes dos resultados oriundos das atividades de P&D, nas quais muitas delas investem mais do que 10% de seu faturamento (OECD, 2005). Além disso, o setor de telecomunicações é importante para movimentar a economia mundial. Nas últimas três décadas, apresenta crescimentos significativos em termos de receita, investimento e acessos telefônicos. O crescimento médio anual desses três indicadores para o período 1980-2003 foi de 8%, 4% e 7%, respectivamente (ibid).

No Brasil, o setor de telecomunicações também sofreu reflexos das transformações estruturais ocorridas no mundo, em termos de mudanças regulatórias e institucionais e de liberalização comercial (Szapiro e Cassiolato, 2003). Atualmente, o fornecimento de tele-equipamentos pelos fabricantes, bem como a prestação de serviços de telecomunicações pelas operadoras, encontra-se dominado por empresas de capital estrangeiro (Leal et al., 2006). Naquele primeiro grupo de empresas, as dez maiores empresas, em termos de receita, são todas subsidiárias de empresas de tele-equipamentos dos EUA, Coréia, França, Alemanha e Suécia (Plano Editorial, 2006). Adicionalmente, assim como no resto do globo, o setor também é importante para movimentar a economia nacional. No período 1998-2005, pós-privatização, os indicadores de receita, investimento e acessos telefônicos tiveram crescimento médio anual de 23%, 3% e 24%, respectivamente (OECD, 2005). Mas o que chama mais atenção é o grande peso que o setor possui sobre a economia nacional e como ele impulsiona seu crescimento. Em 2005, o setor correspondia a 6,9% do PIB brasileiro, em termos de receita (Telebrasil e Teleco, 2006), enquanto a média dos países membros da OECD tem oscilado entre 3% e 4% (OECD, 2005). Em outras palavras, por possuir um mercado ainda em franco crescimento, sua representatividade na economia brasileira é maior do que em outros países de industrialização avançada, cujos mercados de telecomunicações já se encontram em estágio maduro. Além disso, no período 1998-2003, nota-se que o setor de telecomunicações cresceu mais do que a economia, principalmente

no Brasil, aumentando ainda mais sua importância para o país (Gráfico 1).



Fonte: elaborado a partir de OECD (2005) e Telebrasil e Teleco (2006).

Gráfico 1: Proporção da receita do setor de telecomunicações sobre o PIB

A primeira etapa da pesquisa em que se baseia esta dissertação, buscou caracterizar as atividades de P&D do setor e ilustrar em que medida sua internacionalização ocorre. Ficou caracterizado que as grandes transformações econômicas e tecnológicas ocorridas no setor de telecomunicações colocaram as empresas multinacionais no papel de grandes realizadores de P&D e que as atividades de P&D realizadas por elas podem ser caracterizadas como complexas, modulares e interoperáveis, criando assim um potencial para a divisão do trabalho. Tal potencial é posto em prática por elementos que permitem que esse processo ocorra: liberalização econômica e regulatória, mudanças na base de conhecimento, pressões competitivas e mudanças organizacionais. Finalmente, essa etapa concluiu com a apresentação de evidências empíricas que comprovam que o processo de internacionalização da P&D no setor ocorre, no entanto está concentrado em poucos países, dos quais China e Índia vêm ganhando espaço na atração desse tipo de investimento.

A pouca menção ao Brasil nas fontes consultadas estimulou a segunda etapa da pesquisa, cujo objetivo inicial foi o de verificar que tipo de atividade as multinacionais realizam no país. O quadro atual de inserção do país na rede global de P&D das empresas multinacionais do setor de telecomunicações indica que as atividades realizadas no país possuem escopo restrito, tanto no tipo de atividade realizada localmente, quanto nos campos científicos e tecnológicos em que se baseiam. Uma vez constatada a limitada participação brasileira na distribuição de mandatos de P&D pelo globo, a segunda etapa partiu então para a identificação dos fatores que determinam essa condição. Um a um os fatores de atração de atividades de P&D foram analisados, o que

permitiu listar os principais elementos que limitam a atratividade de Brasil. Em seguida, procurou-se ilustrar a inter-relação que existe entre os fatores de atração, a partir de uma análise sobre como cada uma das dimensões que compõem o sistema setorial de telecomunicações os influencia. As dimensões analisadas (campos científicos e tecnológicos, usuários, aplicações, demanda, atores, redes e instituições) permitiram concluir que os ativos tecnológicos, como mão-de-obra qualificada e institutos de pesquisa e de ensino superior, bem como os ativos mercadológicos, são os principais elementos que determinam os limites da competitividade brasileira na atração por investimentos em P&D.

Esta dissertação traz duas grandes implicações para as políticas públicas. Em primeiro lugar, é fundamental que haja políticas públicas voltadas à atração de P&D para o Brasil, cujo setor de telecomunicações é baseado em empresas multinacionais. Sem a Lei de Informática, por exemplo, dificilmente essas empresas teriam o nível de atuação que têm apresentado. Num setor caracterizado por constantes transformações, caso não haja ações por parte do governo, é de se esperar que o país não só não amplie sua inserção internacional, como também tenha seu papel diminuído.

Em segundo lugar, os ativos tecnológicos, como mão-de-obra qualificada e institutos de pesquisa e de ensino superior, bem como os ativos mercadológicos, devem ser o principal alvo dessas políticas públicas, com grande destaque para os primeiros. Sem a existência de uma oferta ampla desses insumos e com qualidade, a tendência que se cristaliza é a do Brasil ficar cada vez mais marginalizado na escolha de localidades para receber investimentos em P&D, enquanto China, Índia e outros países competidores ganham espaço.

A metodologia utilizada para responder a pergunta orientadora desta dissertação, dividiu o problema de pesquisa nas duas etapas citadas anteriormente, cada qual com seus objetivos, unidades de análise e fontes de informação (Tabela 1).

Etapa da pesquisa	Objetivo	Fonte de informação	Unidade de análise
Etapa 1	Identificar os grandes realizadores das atividades de P&D.	Revisão bibliográfica e levantamento de dados secundários sobre gastos em P&D.	Setor de telecomunicações.
	Verificar se há potencial para a internacionalização.	Revisão bibliográfica e consulta a órgãos de padronização e a documentos de empresas multinacionais.	Empresas multinacionais e órgãos de padronização do setor de telecomunicações.
	Verificar se há necessidade de internacionalização.	Revisão bibliográfica sobre internacionalização da P&D.	Empresas multinacionais.
	Levantar evidências empíricas.	Consultas a documentos oficiais dos fabricantes de tele-equipamentos e à literatura especializada.	Departamentos de P&D das empresas multinacionais.
Etapa 2	Verificar que tipo de atividade as multinacionais realizam no país.	Consultas a trabalhos acadêmicos de estudos de caso e outras fontes secundárias.	Departamentos de P&D das subsidiárias brasileiras.
	Identificar os fatores que determinam a participação das subsidiárias.	Levantamento de dados em trabalhos acadêmicos, na imprensa especializada no setor,	Fatores de atração de atividades de P&D.
	Ilustrar a inter-relação entre os fatores de atração.	nos documentos das principais empresas multinacionais com operação no país e nas bases de dados de órgãos nacionais e internacionais.	Campos científicos e tecnológicos, usuários, aplicações, demanda, atores, redes e instituições do setor de telecomunicações.

Tabela 1: Metodologia

Na primeira etapa, a unidade de análise escolhida inicialmente foi o setor de telecomunicações como um todo. Procurou-se identificar quem são os grandes realizadores de P&D, a partir de uma revisão da literatura especializada no setor, bem como do levantamento de dados sobre gastos nesse tipo de atividade de inovação. Em seguida, as empresas multinacionais foram utilizadas como unidade de análise da pesquisa seguinte acerca da caracterização das atividades de P&D do setor. Foi realizada uma revisão da literatura sobre o setor, bem como a consulta a órgãos de padronização e a documentos oficiais das multinacionais. Em seguida, foi feita uma revisão bibliográfica focada na internacionalização da P&D, para identificar os elementos que permitem que o processo de internacionalização ocorra. Finalmente, essa etapa buscou evidências empíricas acerca do processo de internacionalização da P&D, via consultas aos documentos oficiais dos fabricantes de tele-equipamentos e à literatura especializada.

No início da segunda etapa da pesquisa foram consultados trabalhos acadêmicos de estudos de caso e outras fontes secundárias de informações sobre a participação das subsidiárias brasileiras nas atividades tecnológicas das empresas multinacionais. Em seguida, partiu-se para a identificação dos fatores que determinam essa condição, com base numa breve revisão bibliográfica sobre fatores de atração de atividades de P&D, a qual serviu de base para a escolha

de um subconjunto de fatores a serem analisados em profundidade. Os fatores foram analisados com base em dados secundários, oriundos de trabalhos acadêmicos, da imprensa especializada no setor, de documentos das principais empresas multinacionais com operação no país e das bases de dados de órgãos nacionais e internacionais. Finalmente, as inter-relações entre os fatores de atração foram identificadas a partir de um modelo de análise baseado nos Sistemas Setoriais de Inovação² (Malerba, 2002), no qual cada uma das dimensões que compõem o sistema setorial de telecomunicações foi analisada em termos de sua influência sobre os diferentes fatores de atração de atividades de P&D. As dimensões escolhidas para a análise foram: campos científicos e tecnológicos, usuários, aplicações, demanda, atores, redes e instituições.

Esta dissertação está dividida da seguinte forma. O Capítulo I visa caracterizar as atividades de P&D do setor de telecomunicações, bem como apresentar as evidências do processo de internacionalização das mesmas. Para tanto, descreve as transformações ocorridas no setor e seu impacto sobre os atores e suas atividades de inovação, mostrando que o potencial de dispersão de atividades de P&D é posto em movimento por elementos que estimulam tal processo. Finalmente, apresenta as evidências empíricas da internacionalização da P&D e destaca o papel de China e Índia nesse processo.

O Capítulo II visa verificar em que medida o Brasil participa da internacionalização da P&D e quais são os elementos que limitam sua atratividade na competição por investimentos nesse tipo de atividade. Inicialmente apresenta um resumo das atividades de P&D, realizado a partir de uma amostra de subsidiárias brasileiras do setor, e analisa cada um dos fatores de atração escolhidos numa breve revisão bibliográfica. Tal análise utiliza particularidades do setor de telecomunicações, não só no nível global, mas também através de especificidades da realidade brasileira. Em seguida, continua a análise dos fatores de atração através do levantamento da co-evolução dos mesmos com as diferentes dimensões que compõem o sistema setorial de

2 Os sistemas setoriais possuem base de conhecimento, tecnologias, insumos e demanda que são específicos a determinado setor em estudo. Além disso, os agentes que constituem o setor podem ser indivíduos ou organizações em vários níveis de agregação, com processos de aprendizado, competências, estrutura organizacional, crenças, objetivos e comportamentos específicos. Esses atores interagem através de processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando, sendo que estas interações são modeladas pelas instituições relevantes para o setor. Outro ponto importante de um sistema setorial reside no fato de que o mesmo passa por processos de mudança e transformação através da coevolução de seus vários elementos (Malerba, 2002).

telecomunicações, visando atribuir uma visão sistêmica à análise setorial.

CAPÍTULO I - A INTERNACIONALIZAÇÃO da P&D nas TELECOMUNICAÇÕES

O objetivo deste capítulo é caracterizar as atividades de P&D no setor de telecomunicações, de forma a verificar se os atores relevantes possuem estímulos para a internacionalização das atividades de P&D, oriundos não apenas da sua própria natureza específica, mas também de outros fatores que influenciam seu comportamento, e em que medida esta internacionalização ocorre. Espera-se aqui responder algumas questões amplas, cujo esclarecimento oferece estímulo para a análise do capítulo seguinte, bem como subsídios para tal. As questões aqui tratadas são as seguintes:

- *Quem são os grandes realizadores das atividades de P&D nesse setor?*
- *Há um potencial de dispersão das atividades de P&D nesse setor oriunda de sua natureza?*
- *Quais são os estímulos à internacionalização das atividades de P&D nesse setor? Há necessidade de tal processo ocorrer?*
- *Quais são as evidências do processo de internacionalização das atividades de P&D nesse setor?*

A primeira seção descreve as recentes transformações passadas pelo setor e como elas determinaram o importante papel das empresas multinacionais fabricantes de tele-equipamentos nas atividades de P&D do mesmo. Em seguida, a segunda seção analisa em detalhes a natureza das atividades de P&D no setor e demonstra que, apesar de a princípio parte de sua natureza dificultar a sua dispersão geográfica, outras características suas abrem possibilidades para tal. A terceira seção apresenta alguns elementos que estimulam a internacionalização da P&D e demonstra que não há apenas um potencial endógeno para esse processo, mas também uma necessidade do mesmo ocorrer. Finalmente, a quarta seção apresenta as evidências empíricas de que tal processo realmente ocorre e quem são seus principais atores.

I.1 - Os realizadores de P&D nas telecomunicações

A indústria de telecomunicações passou por grandes transformações a partir de meados dos anos 1980. Antes desse período, os processos de inovação encontravam-se organizados verticalmente, ou quase-verticalmente, por grandes prestadores de serviços monopolistas. Posteriormente, esse

cenário se modificou a partir da liberalização comercial e regulatória nos países da tríade – EUA, Europa e Japão – quando então se intensificou a internacionalização dos processos de inovação, foram abolidos os monopólios e deu-se a entrada de novos atores no setor (Fransman 2002a e 2002b; Henten, Falch e Tadayoni, 2004). O entendimento dessas transformações e a busca de um modelo para explicá-las são importantes para a descrição dos atuais grandes realizadores de atividades de P&D no setor e, ao mesmo tempo, conformam uma base teórica para a posterior análise dos condicionantes da terceirização/descentralização de atividades e da dinâmica do setor.

Fransman (2002a e 2002b) sugeriu um modelo em camadas para explicar as novas características do setor, o qual guarda forte relação com uma cadeia de valor. O autor propôs um neologismo para tornar explícita a convergência entre as telecomunicações e a tecnologia da informação (TI): “infocomunicações”. A partir desse modelo em camadas, pode-se compreender mais claramente as transformações ocorridas no setor.

Antiga Indústria de Telecom			Indústria de “Infocomunicações”		
Camada	Atividade	Principais empresas	Camada	Atividade	Principais empresas
III	Serviços (voz, fax)	AT&T (EUA); NTT (Japão); British Telecom (Reino Unido); France Telecom (França); Deutsche Telekom (Alemanha).	V	Aplicações	Bloomberg, Reuters, AOL-Time Warner, MSN, Google, Skype.
			IV	Navegação	Google, Yahoo, AOL, Terra, UOL.
			III	Conectividade	Provedores de Internet e empresas da Camada II.
Interface IP					
II	Rede		II	Rede	NTT, Verizon, Deutsche Telekom, Vodafone (Grupo), British Telecom, France Telecom, Telecom Italia, AT&T, Telefonica.
I	Equipamento	AT&T (EUA); Fujitsu e NEC (Japão); GEC e Plessey (Reino Unido); ITT; Siemens (Alemanha).	I	Equipamento e software	Nokia, Siemens, Nokia-Siemens, Ericsson, Sony-Ericsson; Motorola, Nortel, Cisco, Alcatel-Lucent, Juniper.

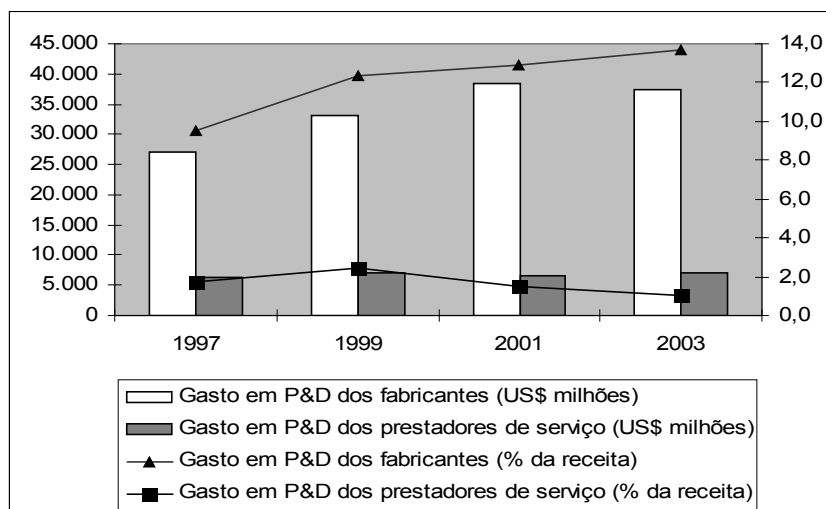
Fonte: elaborado a partir de Fransman (2002a e 2002b).

Tabela I.1: Transformação do setor de telecomunicações

Há dois conceitos centrais nessa representação (Tabela I.1). O primeiro é a separação entre rede (antiga camada II) e serviço (antiga camada III), no que se refere aos principais agentes, facilitada pela consolidação do uso dos protocolos da família IP, utilizados na Internet e nas redes de comunicação de dados em geral. O segundo, proporcionado pela convergência das

telecomunicações com a TI, é o desdobramento da camada de serviços (antiga camada III) em outras, abrangendo a conectividade à rede (nova camada III), a navegação entre diferentes provedores de serviços e conteúdos (nova camada IV), e as aplicações, que proporcionam a efetiva interatividade e a distribuição de conteúdos (nova camada V).

No modelo de Fransman há uma camada de base, referente aos fornecedores de equipamentos e sistemas que permitem implementar as redes e serviços, ou em outras palavras, os fornecedores de tele-equipamentos. Antes do processo de liberalização e convergência tecnológica, as operações dos serviços de telecomunicações eram geralmente verticalizadas ou quase-verticalizadas, isto é, diversos países possuíam uma prestadora de serviço monopolista que ou desenvolvia e fabricava os equipamentos e sistemas necessários à operação da rede (caso da antiga AT&T norte-americana), ou adquiria os mesmos de alguns poucos fabricantes preferenciais (caso da antiga NTT japonesa) (Fransman, 2002b). Já no atual cenário, o papel de desenvolver e fabricar esses equipamentos passou a ser exclusivamente dos fabricantes de tele-equipamentos. Ao mesmo tempo, as outras camadas podem ser exploradas não só pelas operadoras tradicionais, mas também por novos entrantes, como as operadoras concorrentes, os portais, os provedores de acesso à Internet e os provedores de aplicação. Além disso, os tradicionais fornecedores de tele-equipamentos passaram a competir com os novos ou antigos fornecedores oriundos do setor de TI (Henten, Falch e Tadayoni, 2004), como Cisco, IBM e HP. Enquanto a Tabela I.1 apresenta os nomes de algumas das maiores prestadoras de serviços e dos maiores fabricantes de tele-equipamentos, o Gráfico I.1 demonstra a concentração das atividades de P&D no segundo grupo.



Fonte: elaborado a partir de OECD (2005).

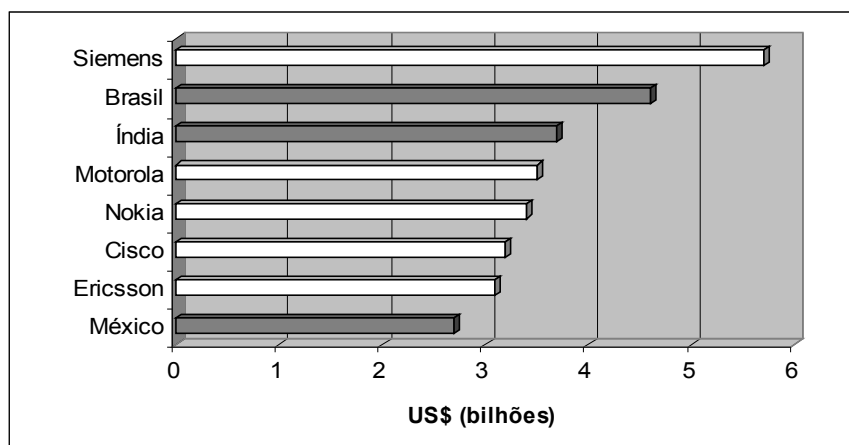
Gráfico I.1: Gastos em P&D dos principais atores do setor de telecomunicações

Em suma, as recentes transformações do setor acarretaram dois fatos em torno do padrão de inovação do setor (Henten, Falch e Tadayoni, 2004). Em primeiro lugar, as operadoras prestadoras de serviço diminuíram muito as atividades de P&D de longo prazo, dedicando-se a inovações de curto prazo nos serviços prestados. Em segundo lugar, os fabricantes de tele-equipamentos passaram a ser os grandes realizadores de atividades de P&D de longo prazo e a fornecer seus equipamentos para inúmeras prestadoras de serviço simultaneamente ao redor do globo.

A conclusão acima mostra que os grandes realizadores de atividades de P&D são os fabricantes de tele-equipamentos e estes possuem incentivos, oriundos da convergência tecnológica e da liberalização comercial e regulatória, para competirem em escala global. Esse papel requer uma estrutura de empresa multinacional, as quais desempenham um papel fundamental nas telecomunicações, não apenas através das atividades de P&D em suas matrizes, mas também pelo crescente papel de suas subsidiárias nas últimas décadas. Apesar desse último elemento não ser um fenômeno novo, a sua velocidade tem crescido e cada vez mais os países em desenvolvimento participam desse processo, não somente em atividades de adaptação de tecnologias às condições locais, mas também desenvolvendo tecnologias para mercados regionais e globais (UNCTAD, 2005b, p. 119). A razão do crescente interesse no estudo dos motivos pelos quais as empresas multinacionais em geral têm buscado cada vez mais o aumento das capacitações em outros países reside na noção de que as empresas multinacionais se caracterizam como os grandes agentes da inovação, uma vez que são os maiores difusores de tecnologia e buscam constantemente a

geração de um conjunto de ativos, físicos e humanos, que as torne capacitadas para inovar (Franco, 2004, p. 30).

Com o intuito de ilustrar o papel das empresas multinacionais na P&D das telecomunicações, o Gráfico I.2 mostra a comparação entre os gastos em P&D de algumas empresas de telecomunicações e os gastos totais em P&D de determinados países em desenvolvimento. Nota-se que uma única empresa multinacional investe mais em P&D do que países inteiros, como por exemplo na comparação entre a empresa alemã Siemens e o Brasil. De fato, na economia como um todo isso também é observado. Dados de uma pesquisa recente com as 700 empresas que mais investem em P&D (UNCTAD, 2005b, p. 119-121) mostram que os grandes investidores em P&D estão concentrados em algumas indústrias, principalmente as de tecnologias de informação e comunicação (TICs) – composta em parte pelos fabricantes de tele-equipamentos – automobilística e farmacêutica. Dentre os dez maiores investidores em P&D citados nessa pesquisa, quatro pertencem ao setor de telecomunicações (Siemens, Nokia, Ericsson e Motorola) e outros cinco participam direta ou indiretamente do setor (Matsushita, IBM, Microsoft, Intel e Sony).



Fonte: baseado em UNCTAD (2005b, p. 120).

Gráfico I.2: Gastos em P&D de alguns países e fabricantes de tele-equipamentos

Esses dados são reflexo do importante papel atual da P&D industrial no setor de telecomunicações. Nas telecomunicações, a importância do setor privado se mostra saliente quando os números dos gastos em P&D por parte das multinacionais do setor são explicitados. A Tabela I.2 apresenta a lista das 18 empresas que mais investiram em P&D no setor, sua origem de capital e seus gastos em P&D, absolutos e relativos, para o ano de 2003. Essa característica

também pode ser vista na economia como um todo, não somente nas telecomunicações. Em pesquisa realizada pela UNCTAD, dois terços dos gastos em P&D global foram provenientes da indústria, e o terço restante oriundo dos governos, instituições de educação superior e entidades privadas sem fins lucrativos. A América Latina apresentou uma tendência contrária, ou seja, a parcela dos gastos em P&D feitos pela indústria em geral mostrou-se baixa e em declínio e reflete a maior dependência da P&D governamental em países em desenvolvimento, exceto em alguns países asiáticos (UNCTAD, 2005b, p. 107), nos quais o papel das telecomunicações é importante.

Fabricante	Origem do Capital	Gasto em P&D (US\$ milhões)	Gasto em P&D (% da receita)
Matsushita Communications	Japão	4.968	7,7
Nokia	Finlândia	4.617	12,3
Motorola	EUA	3.811	14,5
Ericsson	Suécia	3.593	24,0
Cisco	EUA	3.135	16,6
Alcatel	França	2.532	13,5
NEC	Japão	2.511	6,1
Samsung	Coréia	2.500	5,0
Fujitsu	Japão	2.381	6,2
Nortel	Canadá	2.024	21,1
Lucent	EUA	1.838	21,1
Siemens	Alemanha	943	11,8
LG	Coréia	859	5,1
Qualcomm	EUA	523	13,2
GEC Marconi	Inglaterra	462	15,2
Corning	EUA	401	14,0
Juniper	EUA	176	27,0
3COM	EUA	113	12,1

Fonte: OECD (2005, p. 87)

Tabela I.2: Investimento em P&D dos maiores fabricantes de tele-equipamentos (2003)

Outra característica importante do setor de telecomunicações é a alta concentração dos grandes investidores em P&D em alguns países da tríade, principalmente os EUA. A exceção é a Coréia, país que possui uma indústria de telecomunicações bem desenvolvida e dois grandes fabricantes: Samsung e LG. Outro país que merece destaque, apesar de não figurar na Tabela I.2, é a China e seus dois grandes fabricantes, Huawei e ZTE (UNCTAD, 2006), os quais, inicialmente motivados pelo grande mercado doméstico, já têm estabelecido presença em dezenas de países. Essa concentração existente no setor de telecomunicações também se manifesta na economia

como um todo. Os dados da UNCTAD (2005a) mostram que a composição industrial dos maiores investidores em P&D varia de país para país, demonstrando a mesma característica do setor de telecomunicações: a especialização entre os países.

Nas telecomunicações, a concentração de gastos em P&D também é alta no nível da firma, ou seja, há predomínio de atividades de P&D num número pequeno de empresas do setor. Essa tendência, também percebida na economia como um todo (UNCTAD, 2005a), evidencia-se nos dados de dois dos maiores grupos de atores da cadeia de valor do setor, as empresas prestadoras de serviços de telecomunicações e os fabricantes de tele-equipamentos. No lado das prestadoras de serviços de telecomunicações, as duas empresas que mais investiram em P&D em 2003 responderam por 58% do total da P&D gasta neste ramo específico naquele ano (UNCTAD, 2005b, p. 120-121), o que é explicado por aspectos regulatórios, como a imposição de gastos em P&D por parte dos governos de alguns países como Japão, Coréia e França (OECD, 2005, p. 75). No lado dos fabricantes de tele-equipamentos, o grau de concentração da P&D também pode ser considerado alto, uma vez que os dados da OECD (2005, p. 87) indicam que os dois maiores investidores em P&D em 2003 responderam por 26% da P&D realizada pelas 18 maiores empresas do setor.

Resumindo, a indústria de telecomunicações passou recentemente por grandes transformações oriundas da liberalização comercial e regulatória do setor – e consequente competição global – e também da convergência tecnológica com a TI. Essas transformações embutem a intensificação da internacionalização dos processos de inovação, a abolição dos monopólios e a entrada de novos atores no setor (Engelstad, 2000; Fransman, 2002; Henten, Falch e Tadayoni, 2004; OECD, 2005). O resultado desse processo foi o crescente papel dos fabricantes de tele-equipamentos nas atividades de P&D dessa indústria, concomitante com a redução do papel das empresas prestadoras de serviço. Todos esses poucos grandes atores da P&D são empresas multinacionais do setor privado, cujas matrizes se encontram em sua maioria em alguns poucos países da tríade, além de China e Coréia, ou em outras palavras, a gestão das atividades de P&D, aqui entendida como a atividade de atribuição dos mandatos de P&D das diversas unidades espalhadas pelo globo, fica concentrada em alguns atores (Figura I.1).

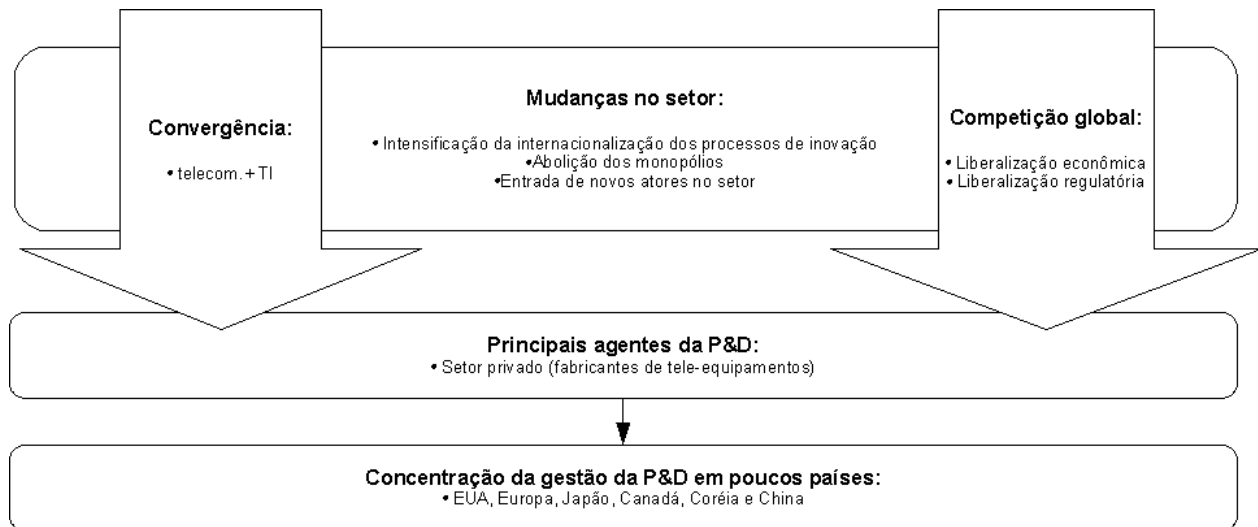


Figura I.1: A transformação da organização das atividades de P&D nas telecomunicações

I.2 - A natureza das atividades de P&D nas telecomunicações

A seção anterior descreveu como a gestão das atividades de P&D se encontra concentrada nas mãos de um seleto grupo de empresas fabricantes de tele-equipamentos oriundas de alguns poucos países. Uma vez constatado esse fato, é necessário um aprofundamento da análise desse setor no que diz respeito à natureza das atividades de P&D realizadas dentro dessas firmas. O objetivo disso é verificar se há elementos endógenos que permitam a internacionalização dessas atividades.

Uma boa referência teórica para a discussão dos fatores determinantes do processo de internacionalização da P&D pode ser encontrada no trabalho de Robert Pearce em torno do conceito de forças centrífugas e forças centrípetas, conceito esse compartilhado por outros autores como J. H. Dunning. Segundo Pearce (1989), esses elementos podem estimular ou restringir o interesse das firmas em internacionalizar suas atividades de P&D. Para o autor, é o balanço entre essas forças que acaba por definir a forma como as atividades tecnológicas se estruturam em torno da matriz ou em subsidiárias distribuídas internacionalmente. As forças centrípetas são aquelas que restringem a dispersão de atividades, enquanto as forças centrífugas estimulam a sua dispersão.

A primeira parte desta seção apresenta algumas forças centrípetas oriundas da natureza complexa das atividades de P&D, enquanto a segunda procura demonstrar que existem forças centrífugas

oriundas do processo de convergência tecnológica que contrabalançam as primeiras.

1.2.1 - A complexidade das atividades de P&D

Primeiramente, a natureza da atividade de P&D no setor de telecomunicações é complexa. Enquanto grande sistema tecnológico (Hughes, 1989), as telecomunicações evoluem de acordo com padrões definidos, ao mesmo tempo que o setor como um todo pode evoluir e expandir. A história dos sistemas evolutivos pode ser apresentada em termos de fases nas quais determinadas atividades predominam: invenção, desenvolvimento, inovação, transferência e crescimento, competição e consolidação. Estas fases não são sequenciais, elas se sobrepõem e retrocedem, não necessariamente naquela ordem (Hughes, 1989, p. 56-57) e estão intimamente ligadas à base de conhecimento do setor de telecomunicações, a qual é formada por inúmeras disciplinas científicas e tecnológicas que tornam complexa a atividade de P&D deste setor.

Este item procura ilustrar a natureza complexa da atividade de P&D no setor de telecomunicações a partir de três evidências. A primeira delas, mais fraca, são os gastos em P&D dos fabricantes de tele-equipamentos. No entanto, a intensidade da P&D não é a melhor forma para se ilustrar a complexidade da gestão das atividades de P&D de um dado setor. Para tanto, são apresentadas duas outras evidências que explicam melhor sua natureza: (i) quantidade de campos tecnológicos; e (ii) estrutura de negócios dos fabricantes de tele-equipamentos.

Os gastos em P&D são a primeira evidência estatística na tentativa de explicitar a natureza complexa deste tipo de atividade no setor de telecomunicações. O Gráfico II.1 mostra como são significativos os gastos em P&D dos principais atores do setor neste tipo de atividade: os grandes fabricantes de tele-equipamentos. Em termos absolutos, os gastos saltaram de US\$ 27 bilhões para US\$ 37 bilhões de 1997 à 2003. Nesse mesmo período, evidencia-se uma tendência de crescimento do gasto relativo no agregado das 18 empresas que compõem a amostra, demonstrando que apesar da crise do setor na virada do milênio, em termos percentuais essas firmas continuam não só dedicando grande parte de sua receita para as atividades de P&D, mas também aumentaram tal indicador. Enquanto no ano de 1997 a intensidade de P&D era de 9,5%, em 2003 passou para 13,7%.

Apesar desses números demonstrarem que os principais gestores de P&D do setor empenham grandes somas nessas atividades, eles não oferecem insumos para a compreensão da sua

complexidade em termos da gestão das mesmas. Para tanto é preciso analisar como as firmas lidam com a organização das atividades de P&D, a partir de evidências que ilustram a complexidade da base de conhecimento do setor.

Quantidade de campos tecnológicos

Uma forma de se evidenciar a complexidade da base de conhecimento do setor reside na quantidade de diferentes campos tecnológicos que compõem as áreas de padronização dos produtos comercializáveis dentro dos órgãos internacionais que lidam com esse papel. O importante papel que a padronização desempenha nesse setor é oriundo do fato de que os inúmeros produtos e serviços devem se interoperar, uma vez que dependem de uma mesma rede física para se comunicarem. Desta forma, o licenciamento cruzado e os padrões possuem uma função importante, pois dificultam o surgimento de *deadlocks*, isto é, o aprisionamento do caminho evolutivo de determinada tecnologia por um único fornecedor. Ao mesmo tempo, os padrões são formados por diversas tecnologias, sendo que um conjunto delas pode ser considerado como essencial para o desenvolvimento dos mesmos. O domínio dessas tecnologias, definidas nos padrões como essenciais, é de suma importância para as firmas do setor, pois elas representam suas fontes de receitas ao serem incorporadas em produtos comercializáveis. Logo, os detentores de propriedade intelectual têm interesse em tornarem essenciais as suas patentes e abrirem as mesmas para que tenham sucesso e se tornem padrões (Minin e Palmberb, 2006, p. 11-12). A Motorola, por exemplo, possui uma unidade de especialistas, denominada Global Standards, cujo único objetivo é influenciar as negociações em 51 órgãos de padronização (Motorola, 2006, p. 21).

A forma como as firmas disputam a preferência de suas próprias tecnologias como as essenciais para o desenvolvimento de determinado padrão é definida no tecido social criado em conjunto com os órgãos de padronização amplamente aceitos no setor. Os regimes de inovação das telecomunicações são constituídos em diversas organizações de cooperação internacional, ou em outras palavras, em redes sociais orientadas à tecnologia com grande participação dos pesquisadores das unidades de P&D da indústria (Godoe, 2000). Diversos estudos procuraram demonstrar o importante papel da padronização tecnológica para o desenvolvimento do setor (Leiponen, 2006; Mansell, 1990, 1993 *apud* Godoe, 2000; Rosenberg, 1994 *apud* Godoe, 2000;

Hawkins, 1996 *apud* Godoe, 2000). Alguns exemplos desses órgãos são o International Telecommunication Union (ITU), o European Telecommunications Standards Institute (ETSI), o Telecommunications Industry Association (TIA) e o IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), sendo que os três primeiros são especificamente constituídos para o desenvolvimento de padrões tecnológicos para o setor de telecomunicações. Já o IEEE possui um foco que abrange a engenharia elétrica como um todo, no entanto, também é responsável pela especificação de padrões amplamente utilizados pelas empresas do setor de telecomunicações. Também existem diversos outros órgãos, oficiais ou não, que influenciam a definição dos padrões tecnológicos.

Todos esses órgãos de padronização agrupam as tecnologias em vários níveis hierárquicos, com o intuito de modularizar seu trabalho de padronização e facilitar a cooperação entre os diversos colaboradores. Por exemplo, o grupo "tecnologias de comunicação sem fio" pode constituir um exemplo de nível hierárquico mais alto. Esse grupo é formado por diversos outros grupos de nível mais baixo, como "tecnologias de rádio CDMA" e "tecnologias de rádio GSM". Esses por suas vez também são constituídos de outros grupos, como "IS95" e "cdma2000", e assim por diante. A complexidade da atividade inventiva do setor pode ser verificada a partir da contagem dos diferentes grupos tecnológicos. A Tabela I.3 apresenta essa contagem até o segundo nível nos órgãos ITU, ETSI e TIA.

Órgão de padronização	ITU	ETSI	TIA
Tecnologias (1º nível hierárquico) <i>ex: Comunicação sem fio</i>	44	12	5
Tecnologias (2º nível hierárquico) <i>ex: Tecnologias de rádio GSM</i>	>100	41	>70

Fonte: ITU, ETSI e TIA.

Tabela I.3: Quantidade de tecnologias padronizadas

Enquanto os dados apresentados procuram demonstrar a complexidade da base de conhecimento do setor através da grande quantidade de campos tecnológicos necessários à padronização dos produtos comercializáveis, resta verificar como isso se reflete nas firmas do setor. Em outras palavras, esse grande número de tecnologias por si só não implicaria complexidade da base de conhecimento do setor se as principais firmas que participam do mesmo não internalizassem simultaneamente um número razoável de diferentes grupos tecnológicos. Esse ponto é demonstrado a seguir.

Estrutura de negócios dos fabricantes de tele-equipamentos

Uma segunda forma de ilustrar a complexidade da base de conhecimento do setor é a própria configuração das unidades de negócio dos grandes fabricantes de tele-equipamentos. Essas firmas estruturam seus negócios a partir de conjuntos de campos tecnológicos, até certo ponto distintos, que por sua vez também são formados por diversos sub-campos tecnológicos, e assim por diante, até atingir os campos científicos, como física de materiais. É claro que, apesar dessa separação, muitas dessas unidades de negócios se utilizam de campos tecnológicos e científicos comuns, no entanto, o agrupamento realizado por essas empresas demonstra caminhos tecnológicos razoavelmente distintos, uma vez que não estão ligados apenas por condicionantes tecnológicos, mas também pelas forças de mercado daquela unidade de negócio específica. A Lucent Technologies pode ser um exemplo para ilustrar a complexidade da atividade de P&D do setor. A empresa possuía três unidades de negócio com objetivos distintos, definidos conforme o tipo de cliente a ser atendido: Provedores de Serviço, Corporativo e Governo. Analisando apenas a primeira dessas unidades de negócio, Provedores de Serviço, nota-se que a mesma é formada por três grupos de soluções: Redes Fixas, Redes Móveis e Soluções Integradas. Enquanto a terceira é a divisão de serviços profissionais da Lucent Technologies, as duas primeiras estão mais próximas ao conceito tradicional de campos tecnológicos, ou seja, equipamentos. A divisão de Redes Móveis se utiliza de tecnologias de rádio do tipo *spread-spectrum* para oferecer conjuntos integrados de artefatos tecnológicos, que por sua vez formam um sistema tecnológico próprio. A divisão de Redes Fixas é ainda mais complexa, uma vez que lida com toda sorte de campos tecnológicos utilizados em vários grupos de artefatos tecnológicos distintos. A Tabela I.4 ilustra o caso da Lucent Technologies a partir de exemplos de campos tecnológicos necessários em cada divisão. Exercício similar foi realizado com diversos outros grandes fabricantes de tele-equipamentos, apresentando resultados que corroboram o valor do uso das unidades de negócio como ilustradores da complexidade da base de conhecimento do setor de telecomunicações. Todos os grandes fabricantes de tele-equipamentos internalizam simultaneamente diversos campos tecnológicos.

Unidade de negócio	Divisão	Tecnologias (1º nível hierárquico)	Tecnologias (2ª nível hierárquico, exemplos)
Provedores de Serviço	Soluções de Redes Fixas	Redes de comunicação com fio	● Tecnologias de rádio ● Tecnologias de transmissão de dados em alta velocidade ● Tecnologias de transporte
	Soluções de Redes Móveis	Redes de comunicação sem fio	● Tecnologias de acesso ● Tecnologias de circuito e pacote ● Tecnologias de transporte ● Redes de dados ● Redes ópticas
	Soluções Integradas		
Corporativo			
Governo			

Fonte: Lucent Technologies.

Tabela I.4: Complexidade da base de conhecimento a partir da configuração das unidades de negócio de uma empresa típica do setor

Em resumo, a grande quantidade de campos tecnológicos necessários à padronização dos produtos comercializáveis, em conjunto com a internalização simultânea de diversos desses campos na gestão da P&D, demonstram a natureza complexa desse tipo de atividade dentro das firmas do setor.

Quando vistos isoladamente, esses fatores perfazem, a princípio, forças centrípetas que atuam no sentido de dificultar a dispersão das atividades de P&D. A necessidade de dominar uma grande quantidade de campos tecnológicos simultaneamente e de gerenciá-los de forma coesa em prol da criação de artefatos comercializáveis, tornaria difícil espalhar as atividades de P&D em diferentes localidades. Isso porque tais fatores contribuiriam para motivações contrárias à internacionalização das atividades de P&D, tais como segurança (manter seguros os ativos estratégicos para sua competitividade), economias de escala e problemas de atingir massa crítica com unidades descentralizadas, e custos de coordenação e controle e dificuldade de comunicação (Chiesa, 1995). No entanto, existem elementos adicionais, frutos de transformações recentes na base de conhecimento do setor, que oferecem estímulo no sentido contrário, isto é, potencializam a descentralização das atividades de P&D. Esse ponto é tratado no item a seguir.

I.2.2 - Interoperabilidade e modularização

Além da complexidade da atividade de P&D nas telecomunicações, há um outro elemento a ser

considerado na descrição da natureza desse tipo de atividade nesse setor específico. Esse elemento diz respeito à mudança na base de conhecimento do setor, fruto da convergência tecnológica entre as disciplinas relacionadas às telecomunicações e à TI. Seu reflexo é sentido no papel dos órgãos de padronização no setor, que fomentam a modularização da atividade de P&D e exigem a interoperabilidade entre os subprodutos obtidos por cada equipe de P&D.

Em primeiro lugar, a convergência tecnológica pode ser descrita através de uma mudança nos regimes tecnológicos e de aprendizado, que por sua vez levam a um novo modelo de inovação para o setor de telecomunicações (Fransman, 2002b). Nesse novo modelo, denominado "Infocomunicações" por Fransman, a interoperabilidade entre diferentes redes passa a ser chave de sucesso para a proliferação de serviços e cristaliza-se a fusão entre telecomunicações e computação.

Essa convergência tecnológica também pode ser descrita, não como uma mudança de paradigma, mas sim como a fusão de diferentes paradigmas – oriundos das telecomunicações e da TI – em torno da evolução de um novo "programa de pesquisa" da comunidade científica relevante (Engelstad, 2000). Enquanto o objetivo tácito do antigo processo de P&D em telecomunicações era o *controle* centralizado da infra-estrutura de rede por uma prestadora de serviços (*ibid.*, p. 7), na TI o objetivo é garantir a *conectividade* entre diferentes equipamentos e aplicações (*ibid.*, p. 8), tanto em hardware quanto em software, através da interoperabilidade descrita acima.

Esse processo de convergência tecnológica tem levado a uma crescente especialização e consequente modularização das atividades do processo de P&D (Rao, 1999). Para esse autor, o que se vê é o início de uma tendência maior de desintegração de importantes segmentos da P&D nas telecomunicações. Isso seria ocasionado em grande parte pela emergência de uma indústria de software independente, ajudada pela convergência entre tecnologias de computação, telecomunicações e imagem (Fransman, 2002b; Rao, 1999), e em menor parte pelo rápido crescimento das alianças tecnológicas (Rao, 1999). Segundo Rao, partes significativas da P&D em software tem se tornado divisíveis, levando à divisão e especialização do trabalho e a um atendimento mais satisfatório de nichos de mercado específicos do que aquele que seria possível com os fabricantes de hardware integrados verticalmente. Essa desintegração da atividade de P&D na indústria de telecomunicações também pode ser inferida pelo rápido crescimento das alianças tecnológicas, não só no setor de telecomunicações mas também em software em geral,

sendo muitas delas de curta duração e com objetivos bem específicos (Rao, 1999, p. 89-91). As tendências supracitadas sentidas nas telecomunicações também já ocorreram anteriormente na indústria de computadores (Cloudt, Hagedoorn e Roijakkers, 2006) e proporcionam outra evidência empírica para a tese de Rao.

Em segundo lugar, a citada modularização da atividade de P&D nas telecomunicações está intimamente ligada à necessidade de padronização das interfaces de interoperação dos diferentes artefatos tecnológicos que compõem a infra-estrutura de uma rede de comunicação (Leiponen, 2006). Conforme citado no item anterior, o papel exercido pelos órgãos setoriais internacionais, como o ITU, na padronização das tecnologias, é o de agrupar as diferentes tecnologias em vários níveis hierárquicos. Seu intuito é modularizar o trabalho de padronização e facilitar a cooperação entre os diversos colaboradores desse trabalho, dentre os quais estão as equipes de P&D das empresas do setor. Um resultado disso é a modularização da atividade de P&D realizada pelas próprias empresas. Diferentes grupos de P&D podem trabalhar em etapas distintas dentro de um sistema de hierarquia superior. Em outras palavras, cada equipe de P&D se dedica a um dos módulos que compõem um artefato tecnológico qualquer. Por exemplo, um grupo de P&D de uma firma pode cuidar especificamente do hardware necessário ao funcionamento de uma placa de central telefônica, enquanto outro grupo na mesma firma trabalha com o software que será embarcado neste hardware. A concreta união do resultado desses dois grupos é possível exatamente pelo processo de padronização das interfaces que permitem a interoperabilidade entre os diversos elementos que compõe um produto comercializável. Como os diferentes módulos precisam ser interoperáveis, é imprescindível que haja, da mesma forma, interfaces de comunicação padronizadas entre as equipes de P&D. A formalização dessas interfaces permite, assim, a desagregação das diferentes equipes e cria um potencial para a dispersão geográfica das mesmas.

Em suma, conforme apresentado no item anterior, o setor de telecomunicações é caracterizado pela alta complexidade das atividades de P&D, evidenciada pela grande quantidade de campos tecnológicos que integram a base de conhecimento do setor, ou seja, sua multidisciplinaridade. Também pela própria estrutura de negócios dos fabricantes de tele-equipamentos – que agregam simultaneamente diversos desses campos tecnológicos em suas unidades de negócio. Essas características por si só poderiam levar à conclusão de que dificilmente as atividades de P&D poderiam ser desagregadas e espalhadas em diferentes locais, conformando assim uma força

centrípeta, sob a óptica de Pearce. No entanto, o presente item também descreve que o setor tem passado por uma transformação na sua base de conhecimento, agregando aspectos do modelo de inovação da TI. Nesse modelo, os órgãos de padronização possuem dupla influência. Uma delas é estimular a modularização das atividades de P&D, levando à formação de diferentes equipes de P&D, focadas em elementos distintos de um artefato tecnológico. A outra é exigir a interoperabilidade entre os subprodutos obtidos por cada uma dessas equipes de P&D, o que leva à criação de interfaces padronizadas entre elas. O resultado dessa influência é o de permitir a divisão do trabalho das atividades de P&D nas telecomunicações, criando assim um potencial para a dispersão geográfica das mesmas. Logo, a natureza das atividades de P&D, cuja complexidade a princípio parece surgir como força centrípeta – dificultando a dispersão das atividades de P&D no setor de telecomunicações – possui elementos adicionais que, quando analisados em conjunto, oferecem condições para essa dispersão. Em outras palavras, é de se esperar que haja um potencial de espalhamento das atividades de P&D em diferentes locais. A Figura I.2 ilustra esses aspectos de forma resumida.

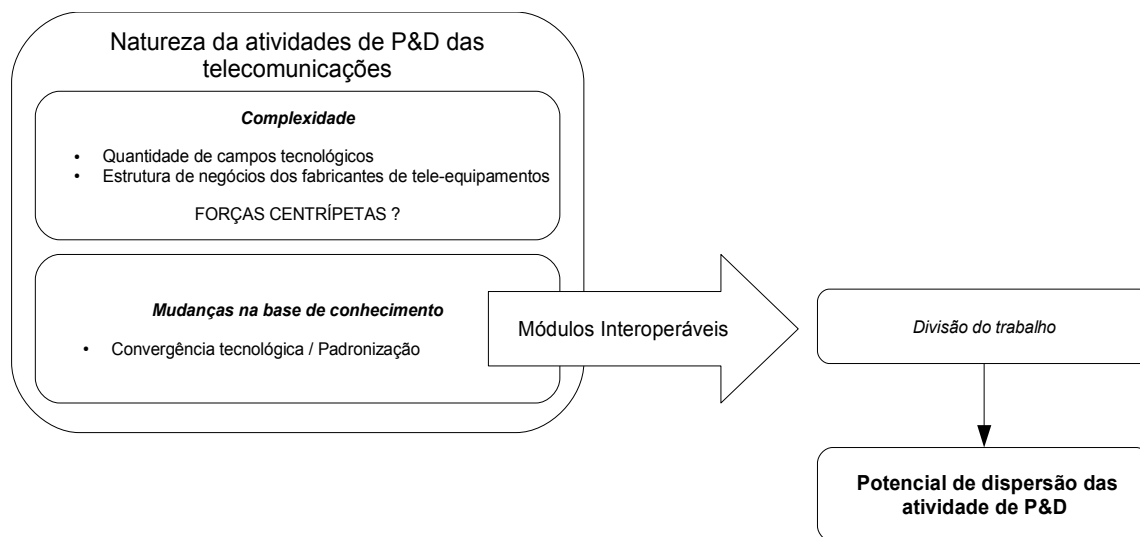


Figura I.2: A natureza da P&D nas telecomunicações e suas transformações

I.3 - Elementos que permitem a internacionalização das atividades de P&D nas telecomunicações

A seção anterior apresentou uma discussão em torno de elementos que demonstram haver um potencial para modularização das atividades de P&D, que por sua vez permitiriam a dispersão

geográfica das mesmas. Mas ainda existem outros elementos que podem ser considerados no sentido de explicar a necessidade de modularização e dispersão daquelas atividades. Assim, enquanto a seção anterior mostrou que há uma *possibilidade* de dispersão, a presente seção se incumbem de apresentar que há uma *necessidade* de dispersão.

É crescente a literatura disponível que tem estudado as razões que levam uma empresa multinacional a internacionalizar a P&D. As explicações tradicionais desse fenômeno, dominantes no passado, procuraram ligar as atividades de P&D internacionalizadas às necessidades de suporte técnico das operações manufatureiras e de marketing, conforme alertado por autores como Ambos e Schlegelmich (2004) e Chiesa (1995), enquanto estudos mais recentes tentam demonstrar que esse processo de internacionalização da P&D também é fruto da necessidade de aumento das capacidades da firma, como demonstram as ações de localização de unidades de P&D próximas a universidades e institutos de pesquisa para usufruto de conhecimento local (Ambos e Schlegelmich, 2004) e as ações de atribuições de mandato global e/ou com designação para assumir parte de um programa global, o que por sua vez requer gestão integrada para aumentar eficiência e efetividade (Chiesa, 1995).

Não é objetivo desta seção apresentar uma revisão bibliográfica acerca dos condutores da internacionalização das atividades de P&D em geral, mas sim levantar os aspectos gerais que influenciam especificamente o setor de telecomunicações, bem como outros aspectos endógenos ao setor. Para tanto, diversos pontos levantados nas seções anteriores são utilizados na descrição desses determinantes.

Liberalização econômica e regulatória

O processo de globalização nas últimas décadas, aqui considerado em termos de liberalização econômica, intensificou o comércio entre nações. Essa expansão está enraizada em sucessivas revoluções tecnológicas, principalmente naquelas ligadas à redução dos custos de transporte, comunicações e informação. Aqui há uma relação próxima entre o desenvolvimento de diversos sistemas de produção integrados, o crescente fluxo de comércio e investimento direto estrangeiro (IDE) e a expansão das empresas multinacionais.

Esse processo baseou-se na crescente liberação do comércio entre nações desde os anos 1990, dos fluxos financeiros internacionais e dos investimentos em países em desenvolvimento, trazendo

reflexos não apenas na dimensão econômica, mas também nos valores culturais, na política (CEPAL, 2002) e nos modelos organizacionais das empresas, trazendo à tona o espírito do “informacionalismo” (Castells, 1999). O setor de telecomunicações foi então mais um setor industrial que se aproveitou daquele processo, principalmente no que concerne o IDE e a expansão das empresas multinacionais, ou seja, parte dos determinantes da internacionalização da P&D no setor é exógena. A internacionalização das atividades das empresas prestadoras de serviço de telecomunicações e dos fabricantes de tele-equipamentos são, em parte, fruto dessa liberalização econômica de âmbito global.

Um outro determinante, este de natureza endógena, diz respeito ao processo de liberalização regulatória. Conforme já apresentado na primeira seção deste capítulo, esse fator, junto com o anterior, provocou a intensificação da internacionalização dos processos de inovação, a abolição dos monopólios e a entrada de novos atores no setor. Nesse novo cenário pós-liberalização regulatória, a competição por mercados passa a ser global.

As políticas de liberalização do comércio e de investimentos de inúmeros países contribuíram para a globalização da P&D nas últimas duas décadas (UNCTAD, 2004, p. 8). O intuito desses países é o de participarem e estimularem esse processo de globalização, e para tanto têm melhorado o ambiente para receber atividades tecnológicas de empresas multinacionais. Isso tem levado à criação de políticas ligadas às bases econômicas das atividades de P&D, tais como o desenvolvimento de habilidades e capacidades, o fortalecimento de redes de fornecedores, a melhoria na infra-estrutura e o desenvolvimento de bases de ciência e tecnologia (ibid). Nas novas indústrias intensivas em tecnologia, como as telecomunicações, a proximidade com a ciência básica torna atrativos os países que possuem boa oferta de pessoal para realizar P&D, mesmo com pouca experiência industrial (UNCTAD, 2005b, p. 160).

Pressões competitivas

Existem pressões de caráter genérico – mas aplicáveis ao setor de telecomunicações – de redução de custo e de busca de ativos tecnológicos. A liberalização e o progresso tecnológico intensificaram a competição, levando as empresas a investirem mais em P&D ao mesmo tempo em que controlam seus gastos (UNCTAD, 2005b, p. 160). Conforme já visto, essas pressões competitivas são oriundas da alta intensidade tecnológica de produtos e serviços, tornando a

tecnologia um fator importante para a competitividade das firmas, e também da complexidade inerente da competição global, que tem crescido devido a existência de novos – e cada vez mais diferenciados – produtos e produtores, diminuindo o ciclo de vida dos produtos. Ambos elementos ocasionam um outro, que é o aumento dos custos de P&D e a necessidade de incorporar ativos tecnológicos, onde quer que estejam. Esse elemento, por sua vez, estimula a existência de mandatos globais de produto e de P&D dentro das redes das empresas multinacionais.

O ambiente mundial parece estar cada vez mais marcado por tecnologias com ciclos de vida reduzidos, forçando as empresas multinacionais a espalhar mais suas atividades de P&D por diversas partes do mundo – processo este incluído no crescente *offshoring* de serviços (Leal et al., 2006) – tanto via IDE, quanto via alianças tecnológicas ou fusões e aquisições. Esse novo padrão de localização da P&D difere do anterior, no qual as vantagens competitivas daquelas firmas dependiam basicamente de seus ambientes domésticos. Essa tendência de crescimento no *offshoring* também é acompanhada de uma participação cada vez maior de países em desenvolvimento, principalmente da Ásia, tanto em termos de filiais de P&D, quanto de projetos de P&D ligados ao IDE (UNCTAD, 2004, p. 4-6), e é corroborada por pesquisas que procuram identificar a intenção de expansão de atividades de P&D em outros países (*ib.*, p. 7).

Informação acerca da composição dos projetos novos de P&D no período de 2002-2004 (UNCTAD, 2005b, p. 136-138), mostra alta parcela de TI e software em países em desenvolvimento, o que poderia indicar uma mudança gradual da P&D na direção de serviços, principalmente TI. Um motivo apresentado pela UNCTAD para o aumento da importância da TI dentro da P&D em empresas multinacionais é o crescente papel do desenvolvimento de software no orçamento da P&D. Apesar de possuir certa capacidade em hardware de telecomunicações, é seu desempenho em software que coloca a Índia na mira da globalização das atividades de P&D no setor. Mani (2004) descreve como a exportação de software tem tido bom desempenho desde os anos 1990, inicialmente com pouco valor tecnológico agregado, mas que cada vez mais as empresas lá alocadas têm se esforçado em subir na cadeia de valor das atividades tecnológicas das grandes corporações. Segundo o autor, a emergência da exportação de software para telecomunicações é uma manifestação desse processo, embasado em grande parte pelas empresas multinacionais e seus novos centros de desenvolvimento de software no país. Voltando a atenção para a China (UNCTAD, 2005b, p. 141-143), os centros de P&D de filiais de multinacionais

estão concentrados em grandes cidades com fortes bases tecnológicas e recursos humanos capacitados, sendo que 60% deles estão na indústrias das TICs. O papel da Índia e da China na internacionalização das atividades de P&D nas telecomunicações é mostrado na próxima seção.

Mudanças na base de conhecimento

Conforme apresentado na seção anterior, o setor de telecomunicações tem sido marcado pela transformação da sua base de conhecimento. Parte dessa transformação é trazida pela agregação de aspectos do modelo de inovação da TI, o qual dá grande importância à interoperabilidade entre os módulos que compõem um artefato. Essa necessidade de interoperabilidade é reforçada pelo papel desempenhado pelos órgãos de padronização, os quais estimulam a modularização das atividades científicas e tecnológicas desempenhadas pelas equipes de P&D das empresas. Todo esse conjunto tem permitido a divisão do trabalho das atividades de P&D nas telecomunicações, o que traz condições para a dispersão das mesmas. Os produtos têm se tornado modulares, ou seja, as interfaces entre seus componentes têm se padronizado e as interdependências têm se desacoplado. Isso permite a fragmentação dos projetos e a especialização da criação de conhecimento nas redes internas e externas das firmas.

Mudanças nos padrões organizacionais da P&D

Enquanto resposta aos fatores determinantes citados nesta seção, as mudanças nos padrões organizacionais da P&D têm criado condições para o surgimento de mais e diferentes tipos de unidades de P&D. Trata-se, portanto, de um fator genérico, porém aplicável ao setor de telecomunicações. A literatura utiliza dois critérios para criar tipologias da P&D internacionalizada. Um deles baseia-se na *natureza* da atividade tecnológica em filiais estrangeiras, e o outro na *motivação* da multinacional. A UNCTAD (2005b, p. 138-139), através de revisão bibliográfica de diversos autores, apresenta os diversos tipos de unidades de P&D conforme o critério utilizado. O primeiro desses critérios leva a uma tipologia com adaptadores locais, laboratórios localmente integrados, criadores internacionais de tecnologia e unidade de monitoramento tecnológico. Já o segundo critério leva ao agrupamento dos tipos de unidades de P&D a partir de suas atividades em resposta aos objetivos tecnológicos da corporação: busca de tecnologia, exploração dos ativos da matriz e aumento dos ativos da matriz.

As novas tecnologias têm facilitado a organização das atividades tecnológicas de forma dispersa, principalmente as TICs, as quais têm permitido contrabalançar problemas clássicos ligados ao fluxo de informação entre filiais (UNCTAD, 2005b, p. 160). Além disso, muitas dessas novas tecnologias podem ser globalizadas mais facilmente do que outras mais convencionais, principalmente por permitirem uma maior separação entre as atividades ligadas à produção e as ligadas à P&D. Por sua vez, a crescente especialização e consequente modularização das atividades dentro do processo de P&D permite a separação de suas componentes em diversas localidades, aumentando sua eficiência e reduzindo custos (UNCTAD, 2004 e 2005b, p. 160).

Em suma, a liberalização econômica e regulatória e as pressões competitivas têm estimulado a internacionalização das atividades de P&D do setor de telecomunicações. Esses fatores são realimentados pelas mudanças recentes na base de conhecimento de setor, ocasionadas pelo processo de convergência tecnológica entre telecomunicações e TI, criando assim a necessidade do surgimento de diferentes tipos de unidades de P&D, conforme seu tipo de atividade ou motivação estratégica. A Figura I.3 ilustra estes elementos.

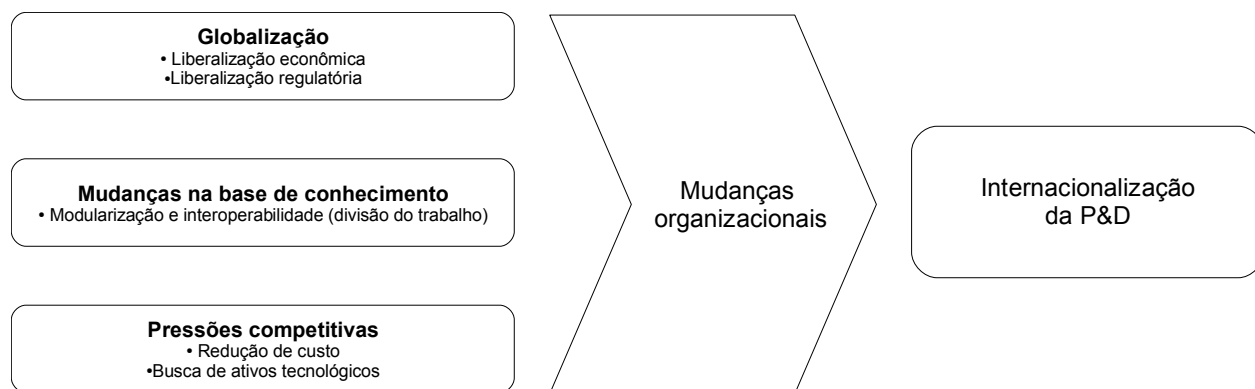


Figura I.3: Elementos que permitem a internacionalização das atividades de P&D nas telecomunicações

Uma vez que as atividades de P&D do setor de telecomunicações estão concentradas em poucos agentes privados, cuja lógica se baseia na competição global e não mais na local, torna-se necessário aprofundar a descrição das atividades de P&D no que diz respeito à localização dessas atividades dentro do processo de inovação internacionalizado desses agentes. Em outras palavras, é preciso mostrar evidências empíricas desse processo, o que é objetivo da próxima seção.

I.4 - A localização geográfica da P&D nas telecomunicações

Até o presente momento, este capítulo mostrou que há um *potencial* para a internacionalização das atividades de P&D (seção I.2), ao mesmo tempo que existem outros elementos que *empurram* nessa direção (seção I.3). A partir deste ponto, são apresentadas evidências empíricas da dispersão das atividades de P&D nos principais agentes do setor.

Nas telecomunicações, os gastos em P&D estão altamente concentrados em empresas cujas origens são alguns países da tríade, e, da mesma forma que na P&D nos demais setores da economia, alguns países em desenvolvimento, como a China, conseguem se inserir na lista dos maiores investidores em P&D do setor (UNCTAD, 2006, p. 127-130). A Tabela I.2 indica claramente o grau de concentração no setor.

Esse aspecto de concentração da P&D em atores provenientes de apenas alguns países não ocorre apenas nas telecomunicações. Os gastos em P&D global ainda estão geograficamente concentrados em poucos países, uma vez que, de 1996 a 2002, os dez maiores países gastadores respondiam por 86% do total gasto em P&D no mundo, sendo que oito deles são países desenvolvidos e apenas China e Coréia são do grupo de países em desenvolvimento (UNCTAD, 2005a).

A informação acima a respeito das telecomunicações diz respeito à origem do capital das principais empresas desse setor, e não à localização das atividades de P&D das mesmas. As atividades de P&D são realizadas não apenas nos países-sede dessas empresas, mas também em laboratórios distribuídos pelo globo. No entanto, é difícil o acesso a dados que demonstrem a internacionalização das atividades de P&D, uma vez que as empresas entendem que esse tipo de informação possui caráter estratégico ou simplesmente não demonstram interesse em tornar tais dados públicos. Apesar desse entrave na aquisição de dados, uma revisão bibliográfica sobre o setor e consultas às publicações oficiais de alguns fabricantes de tele-equipamentos e à mídia especializada, oferecem alguns dados secundários que, juntamente com a utilização de outros dados sobre as TICs em geral, podem oferecer algumas pistas em relação à localização das atividades de P&D no setor. Esse levantamento é apresentado a seguir.

Os dados obtidos nesta pesquisa são de diferentes naturezas, uma vez que são oriundos de diversas fontes, que por sua vez possuem distintas metodologias e regras para apresentação dos mesmos. Dizem respeito à distribuição geográfica dos profissionais ligados às atividades de

P&D, à localização geográfica dos laboratórios de P&D e à nacionalidade dos profissionais engajados nesse tipo de atividade. Apesar dessas diferenças nos tipos de dados obtidos, todos esses são indicadores da internacionalização do processo de P&D nos fabricantes de tele-equipamentos.

A multinacional alemã Siemens possui mais de 50% dos pesquisadores localizados fora da Alemanha (Siemens, 2006), enquanto a sueca Ericsson realiza atividades de P&D em 16 países (NguyenPhat e Milczarek, 2006). Ainda na Ericsson, o Brasil é um dos países que possui laboratório de P&D na área de telecomunicações (Borzo, 2004, p. 13) e a China foi o único país a receber aumento de investimento em P&D entre 2001 e 2004 (Borzo, 2004, p. 10). Em 2004, a japonesa Matsushita localizava 60% dos seus pesquisadores em tecnologias de comunicações móveis no seu laboratório da Panasonic em Pequim, China (Borzo, 2004, p. 11). A francesa Alcatel possui laboratório de P&D na China em parcerias com prestadores de serviços locais, com intuito de desenvolver aplicações para telefonia móvel, não só para a China, mas para todo o mundo (Borzo, 2004, p. 11).

Até o final de 2004, a norte-americana Motorola operava centros de P&D em 19 países, sendo 6 em países em desenvolvimento (Brasil, China, Índia, Coréia, Malásia e Singapura). Desde 1970 já possuía centros em países em desenvolvimento, como Singapura e Malásia, mas a maioria dos centros de P&D se concentra em desenvolvimento de produto e não em pesquisa. Essa última, a atividade de pesquisa, é realizada em apenas cinco países, sendo somente Índia e China países em desenvolvimento (UNCTAD, 2005b, p. 143-144). Dados recentes da Motorola (2006) mostram que das 54 unidades de P&D da empresa, apenas 11 estão nos EUA e quase a metade (24) está localizada em países em desenvolvimento. Entre esses últimos, destacam-se Índia e China por abrigarem 10 unidades de P&D da Motorola. A empresa possui três tipos de laboratório de P&D: Motorola Labs, Motorola Software Group e Development Centers. O primeiro tipo possui atividades de P&D com horizonte de médio e longo prazo, mas também focam clientes e unidades de negócio. Os outros dois tipos possuem horizonte de tempo mais curto, focados em demandas imediatas das unidades de negócio. É possível notar que a participação dos laboratórios localizados fora dos EUA varia conforme o seu tipo, e consequentemente, o horizonte de tempo de suas atividades (Gráfico I.3). Das 12 unidades Motorola Labs, 5 (42%) delas estão nos EUA e apenas 3 (25%) estão em países em desenvolvimento. Essas últimas estão localizadas na China e na Índia. Já as 42 unidades Motorola Software Group e Development

Center, cuja atividade de P&D possui horizonte de tempo mais curto que as unidades Motorola Labs, são mais internacionalizadas. Apenas 6 (14%) delas estão nos EUA e 21 (50%) estão em países em desenvolvimento, sendo que destes últimos, 7 estão na China e na Índia.

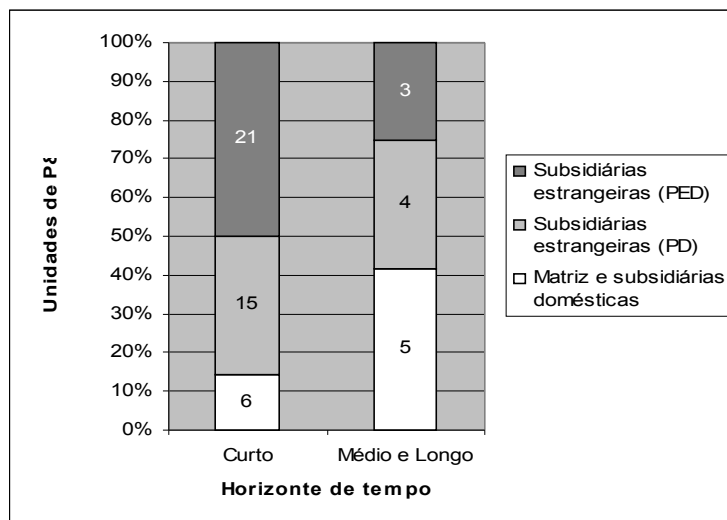


Gráfico I.3: Distribuição das unidades de P&D de uma empresa do setor - Motorola

Essa característica da Motorola em relação à distribuição das unidades de P&D conforme o tipo de atividades realizada, também ocorre na finlandesa Nokia. Essa empresa possui dois grupos de laboratórios de P&D, dependendo do foco de suas atividades no horizonte de tempo (Nokia, 2006). O primeiro desses grupos é formado pelos laboratórios denominados Nokia Research Centers (NRC) e centra suas atividades em pesquisa de longo prazo, mas também suporta as unidades de desenvolvimento de produtos de curto e médio prazo, que são o segundo grupo de laboratório de P&D. A Nokia possuía dez NRCs no final de 2005, sendo três deles localizados no país de origem (Finlândia) e os demais em outros cinco países. Com exceção da China, todos os laboratórios NRC estrangeiros da Nokia estão localizados em países da tríade. Já os laboratórios do outro grupo estão espalhados em onze países, dentre os quais a Índia vem ganhando destaque. Uma vez que o foco desse tipo de laboratório é um horizonte de tempo mais curto, suas atividades estão voltadas aos campos tecnológicos que têm demanda mais imediata, como o desenvolvimento de software e aplicações para a nova geração das redes de telecomunicações. A Índia possui um mercado doméstico em crescimento, principalmente de telefonia celular, e não por acaso possui três centros de P&D com foco nesse campo tecnológico (Silicon India, 2006).

Uma primeira análise dos dados acima poderia indicar dois aspectos das atividades de P&D das

empresas de tele-equipamentos. O primeiro deles diz respeito à concentração das atividades nos países da tríade, principalmente em atividades com foco no médio e longo prazo. O segundo demonstra, por outro lado, a participação dos países em desenvolvimento, especialmente Índia e China. Esses dois aspectos incitariam um debate acerca da "triadização" das atividades de P&D no setor, isto é, da concentração de conjuntos específicos de atividades de P&D em países desenvolvidos da América do Norte e Europa, além do Japão. No entanto, há uma outra conclusão que pode ser tirada desses dados e que fugiria do debate "países desenvolvidos *versus* países em desenvolvimento": o processo de internacionalização da P&D no setor de telecomunicações se dá de tal forma que concentra suas atividades em alguns poucos países, notadamente EUA, Europa, Japão, China e Índia, principalmente naquelas de horizonte de tempo mais longo. Na Motorola, mais da metade (26) das unidades de P&D com foco no horizonte de curto prazo se encontra nesse seleto grupo de países, enquanto a totalidade das de foco no longo prazo está localizada neles. Também na Nokia, todas as unidades que possuem foco no horizonte de tempo mais longo encontram-se localizadas no mesmo grupo de países.

Trata-se de uma característica não só das telecomunicações, mas das TICs em geral. Uma análise realizada por Loewendahl (2004) indica que a maioria dos novos projetos de P&D que têm ido para Índia e China estão relacionados a TICs. Com o intuito de ilustrar ainda mais esse segundo aspecto, vale citar que a Motorola montou na China 15 centros de P&D local e global até o final de 2004, assim como Nokia, Siemens e Nortel, e também o primeiro centro de P&D de uma multinacional na China (em 1990), com 1300 engenheiros de P&D, US\$ 300 milhões investidos até 2001 e investimento anunciado de US\$ 500 milhões em Pequim. No início dos anos 2000, a empresa aumentou as atividades de P&D na China para se aproximar do mercado local e para ser mais eficiente em termos de custos. A Nokia possuía 5 centros de P&D, sendo um com 300 e outro com 180 engenheiros de P&D (UNCTAD, 2005b, p. 141-143).

A internacionalização da P&D e o crescente papel das subsidiárias nesse tipo de atividade nos países hospedeiros das multinacionais do setor, podem ambas ser constatadas indiretamente a partir de dados de IDE em diversos países. Infelizmente esses dados juntam o setor de telecomunicações ao setor de TI na categoria TIC, mas, como visto neste capítulo, a fronteira entre estes dois setores tem diminuído. Portanto, apesar dessa ressalva, os dados obtidos oferecem uma pista acerca da localização das atividades de P&D no setor de telecomunicações e corroboram as observações feitas até o momento neste capítulo. Esses dados são apresentados a

seguir.

Com base na lista dos países de origem das 700 maiores empresas que investem em P&D (UNCTAD, 2005b, p. 120), foi feito aqui um levantamento da importância relativa do IDE dentro de um país em termos do *setor da indústria* do qual a realizadora do IDE faz parte e em termos da *atividade-fim* do projeto de investimento, utilizando para isso a base de dados LOCOMonitor (2006). A análise desses dois fatores indica que os projetos de IDE em determinado país destinados a atividades de P&D possuem maior correlação com as indústrias de eletrônica e de TIC daquele país, nesta ordem. Olhando especificamente para os projetos de IDE dentro do setor de TIC de cada país, a atividade-fim "P&D" está entre as três com maior correlação. Além disso, tanto os projetos de IDE ligados à P&D, quanto os que fazem parte do setor de TICs, apresentam crescente presença de Índia e China. Ao mesmo tempo, essa base de dados também apresenta tendência de crescimento do número de projetos de IDE desde 2002. Apesar de incluírem as empresas de TI, esses resultados podem ser considerados um indício de que a P&D realizada pelas empresas multinacionais de telecomunicações fora de seus países de origem tem crescido sistematicamente nos últimos anos, não só no Japão e nos países da América do Norte e Europa, mas também China e Índia. A crescente importância de China e Índia não acontece apenas em telecomunicações, mas em diversos outros setores da economia, como o automobilístico (UNCTAD, 2006, p. 56).

Até o presente momento, esta seção procurou descrever a participação das subsidiárias das empresas multinacionais como locais para atividades de P&D, a partir de indicadores que medem o quanto essas empresas se utilizam das unidades de P&D de outros locais além da matriz ou pela quantidade de profissionais de P&D em outros países. No entanto, a constatação da participação das subsidiárias na rede de atividades de P&D das multinacionais do setor também pode ser feita a partir de estudos em torno da produção dessas atividades, medida indiretamente através de indicadores de patentes. Segundo pesquisa da UNCTAD (2005b, p. 134-135), a parcela de patentes atribuídas a estrangeiros sobre o total de patentes concedidas a residentes de um país pode ser vista como um indicador do papel das subsidiárias nas atividades de inovação de um país.

Segundo estudo de Galina (2001) em torno de indicadores de patentes, como forma de avaliar quantitativamente o envolvimento das subsidiárias dos principais fornecedores mundiais de

equipamentos de telecomunicações no desenvolvimento tecnológico, os países em desenvolvimento pesquisados pela autora apresentam baixo grau de envolvimento das subsidiárias, quando comparado ao dos países desenvolvidos. Em termos de patentes internacionais, a sua quantidade é muito baixa, principalmente no Brasil, que fica atrás de Índia, Israel e China. As subsidiárias dos países pesquisados não apresentam patentes registradas no USPTO e a maioria das requisições é feita em nome da matriz. Em termos de patentes domésticas, o Brasil apresentou um forte aumento de requisições de patentes após a privatização da Telebrás, proporcionado pelo crescimento acentuado do setor e pelas novas tecnologias que começaram a ser comercializadas no país. No entanto, mesmo assim é pouco expressivo. Pode-se concluir que nas telecomunicações, os países em desenvolvimento são em sua maioria dependentes das multinacionais em termos de patentes, uma vez que estas apresentem números bastante reduzidos quando comparados aos dos países desenvolvidos.

Os dados da pesquisa de Galina corroboram os indícios de que há concentração das atividades nos países da tríade, haja vista a pouca importância das subsidiárias dos países em desenvolvimento nos indicadores de patentes. Também vão ao encontro dos indícios de que alguns poucos países em desenvolvimento, especialmente Índia e China, têm conseguido atrair atividades de P&D para as subsidiárias lá localizadas.

Indo mais além na análise de indicadores de patentes, Minin e Palmberg (2006) questionam até que ponto são internacionalizadas as redes de inventores do portfolio das patentes essenciais para o negócio das empresas do setor. Para tanto, os autores analisam um conjunto significativo de firmas da indústria de telecomunicações sem fio e demonstram que o setor tem realmente internacionalizado as atividades de P&D a partir dos final dos anos 1990. Além disso, concluem que a internacionalização da P&D ocorre em maior grau nas atividades que não fazem parte do negócio principal da empresa, como o desenvolvimento de softwares aplicativos e outras tecnologias. Os dados apresentados nessa pesquisa são analisados de duas formas, nacionalidade das patentes e nacionalidade dos inventores, conforme segue.

Pela nacionalidade das patentes essenciais, ou seja, aquelas que estão diretamente relacionadas às tecnologias consideradas como essenciais pelo órgão internacional de padronização ETSI, as patentes domésticas possuem uma concentração (78%) muito maior que no final dos anos 1990, bem como as patentes em colaboração (11%), enquanto as estrangeiras não passam de 11% (p.

21). Pela nacionalidade dos inventores, os EUA recebem a maior parte dos investimentos em P&D, tanto nas tecnologias essenciais quanto nas não essenciais, enquanto a Europa é o segundo maior destino do IDE em P&D (p. 24-25). Esses dados ainda não demonstram o papel da China, Coréia e Índia, mas corroboram a análise da UNCTAD sobre a internacionalização da P&D ainda estar concentrada nos países desenvolvidos (p. 25).

A análise dos dados de patentes realizada por Minin e Palmberg levou os autores a sugerir que, apesar da indústria de telecomunicações ser uma candidata à globalização de atividades de inovação, as atividades de P&D relacionadas a tecnologias essenciais permanecem em grande parte domésticas. Mesmo com os requerimentos de adaptação de produtos às necessidades locais e a interação com as autoridades regulatórias locais, há razões fortes para assumir que esses esforços se dão sobre a exploração de investimento de P&D centralizado. Para os autores, isso quer dizer que os grandes líderes da indústria, ao entrarem no mercado global, endereçaram as necessidades dos mercados locais a partir de um conjunto de conhecimentos proprietários desenvolvidos e acumulados através de esforços centralizados (*ib.*, p. 29-30). A natureza da mudança tecnológica e a importância da padronização transnacional se mostram como pontos a favor da globalização da indústria de telecomunicações. No entanto, a análise dos dados de patentes essenciais para determinadas tecnologias-chave parece novamente sugerir um caso de internacionalização concentrada em poucos países.

As evidências empíricas aqui apresentadas em termos de dados acerca da distribuição geográfica dos profissionais ligados às atividades de P&D, da localização geográfica dos laboratórios de P&D, da nacionalidade dos profissionais engajados nesse tipo de atividade e de sua produção científica e tecnológica, indicam que existem limites para a internacionalização da P&D no setor de telecomunicações. As seções anteriores deste capítulo apontaram que havia um potencial para a dispersão de atividades, bem como alguns elementos estimulantes desse processo. Se a análise se limitasse apenas à natureza das atividades de P&D do setor – em termos de complexidade, modularidade e interoperabilidade – seria de se esperar que a internacionalização da P&D ocorreria de forma mais abrangente. No entanto, as evidências empíricas mostram que as atividades de P&D relacionadas a tecnologias essenciais permanecem em grande parte domésticas e as atividades com foco no médio e longo prazo geralmente permanecem centralizadas nos (i) países desenvolvidos, (ii) nos países-sede, na (iii) Índia e na (iv) China. Ao mesmo tempo, as atividades com foco num horizonte temporal mais curto tem tido um grau de

internacionalização maior, com maior participação das subsidiárias de países em desenvolvimento. Além disso, Índia e China têm se caracterizado como grandes atratores de atividades de P&D dentre os países em desenvolvimento, tanto naquelas com foco no curto prazo quanto nas de médio e longo prazo. Em suma, a internacionalização da P&D no setor de telecomunicações parece se concentrar em alguns poucos países, notadamente EUA, Europa, Japão, China e Índia, principalmente naquelas de horizonte de tempo mais longo.

Em resumo, o setor de telecomunicações é marcado por grandes transformações, tanto de origem econômica quanto de origem tecnológica, que resultaram no papel central das empresas multinacionais fabricantes de equipamentos nas atividades de P&D. Tais empresas são originárias de alguns poucos países da Europa, bem como EUA, Canadá, Japão, Coreia e China, cujas matrizes são responsáveis pela atribuição de mandatos de P&D através de suas unidades internacionais.

O setor também é caracterizado pela alta complexidade das atividades de P&D coordenadas por essas empresas, o que, juntamente com a modularização de seu processo e a necessidade de interoperabilidade entre diferentes elementos que compõem um artefato tecnológico, permite a divisão do trabalho envolvido nessas atividades. Conforma-se, portanto, um *potencial* de espalhamento das atividades de P&D em diferentes locais de trabalho. Esse potencial é posto em prática por elementos que geram *necessidade* de internacionalização dessas atividades, como a globalização do setor e suas pressões competitivas, que, junto com o surgimento de diferentes padrões organizacionais, têm permitido esse processo de espalhamento. No entanto, apesar das evidências empíricas comprovarem que esse processo realmente ocorre, o mesmo está concentrado em alguns poucos países, sendo que China e Índia têm se mostrando os principais países em desenvolvimento na atração de investimentos voltados a atividades de P&D no setor de telecomunicações. Comparativamente, o Brasil é pouco mencionado nas informações obtidas nesta pesquisa. Essas constatações indicam que é necessário trazer à tona outros elementos de análise para se explicar o processo de internacionalização da P&D no setor de telecomunicações, mais especificamente por que ele se concentra em poucos países, bem como porque o Brasil parece se inserir de forma tímida no mesmo.

CAPÍTULO II - A ATRATIVIDADE do SETOR de TELECOMUNICAÇÕES BRASILEIRO

O capítulo anterior apontou para a concentração das atividades de P&D do setor de telecomunicações em alguns poucos países, mais especificamente EUA, Europa, Japão, China e Índia. Neste cenário, o Brasil se insere de forma tímida na distribuição de atividades tecnológicas das principais empresas do setor, o que poderia significar carências de estímulos à atração desse tipo de atividade para as subsidiárias aqui localizadas.

Partindo dessa consideração, o presente capítulo aprofunda ainda mais a análise do setor de telecomunicações, oferecendo detalhes de aspectos específicos do Brasil. O objetivo é a construção de um panorama setorial nacional que ofereça subsídios para a elaboração de políticas públicas de atração de atividades tecnológicas para as subsidiárias nacionais de empresas de telecomunicações. Em resumo, este capítulo procura responder a seguinte pergunta:

- *O que limita a inserção do Brasil na internacionalização de atividades de P&D do setor de telecomunicações?*

O capítulo encontra-se dividido da seguinte forma. A primeira seção ilustra em que medida as subsidiárias brasileiras participam da internacionalização das atividades de P&D das empresas multinacionais do setor de telecomunicações. Para tanto apresenta evidência empírica das atividades realizadas por essas empresas no Brasil.

A segunda seção apresenta quais são os fatores que levam o Brasil a não participar de forma mais ativa na distribuição de atividades de P&D entre as subsidiárias das empresas multinacionais. Para tanto, identifica os fatores elencados pela literatura como aqueles que determinam a atração de atividades de P&D para as subsidiárias de empresas multinacionais de um dado país. Posteriormente, analisa um subconjunto de fatores de atração, considerando especificidades do setor de telecomunicações nas dimensões global e local e suas influências na atratividade do país.

Finalmente, a terceira seção ilustra a inter-relação entre os fatores de atração, a partir de uma análise sobre como eles são influenciados pelas dimensões que compõem o sistema setorial de telecomunicações³.

3 Conforme salientado por Malerba (2002), um sistema setorial passa por processos de mudança e transformação através da co-evolução de seus vários elementos.

II.1 - A participação das subsidiárias brasileiras nas atividades de P&D

O Capítulo I mostrou que o processo de internacionalização da P&D no setor de telecomunicações levado à cabo pelas grandes empresas multinacionais privilegia um pequeno grupo de países, com pouca menção ao Brasil em tal processo. Tal constatação chama atenção para que sejam identificadas quais são as atividades de P&D realizadas no Brasil por parte das subsidiárias daquelas empresas identificadas anteriormente.

Esta seção tem como objetivo descrever quais são essas atividades e para tanto apresenta as evidências empíricas encontradas nos artigos acadêmicos, na imprensa especializada no setor e nos documentos das próprias empresas localizadas no país. A unidade de análise são os departamentos de P&D das subsidiárias brasileiras das principais empresas de telecomunicações, mais especificamente aquelas identificadas na Tabela I.2 do Capítulo I como as grandes realizadoras de P&D no mundo. Na pesquisa não foram incluídas algumas empresas, por não possuírem operações no Brasil ou por não realizarem atividades de P&D no Brasil. São elas Matsushita Communications, Fujitsu, Qualcomm, Cisco, Corning, Juniper e 3COM. Além disso, GEC Marconi foi excluída por não existir mais como empresa independente. Com isso, restaram as seguintes empresas: Alcatel-Lucent, Ericsson, LG, Motorola, NEC, Nokia, Nortel, Samsung e Siemens. A seguir é apresentado um resumo das atividades realizadas por essas empresas, conforme apontado pela bibliografia consultada.

Alcatel-Lucent

No final de 2006, Lucent Technologies e Alcatel se fundiram na nova empresa Alcatel-Lucent. Como esse processo é recente, aqui são apresentadas as evidências de atividades de P&D das empresas quando ainda eram distintas.

A subsidiária brasileira da Lucent, que formalizou sua presença no Brasil apenas a partir dos anos 1990, desenvolvia hardware e software para as centrais telefônicas de pequeno porte oriundas da aquisição das brasileiras Batik e Zetax. Para os demais produtos de seus portfolios, o desenvolvimento no Brasil se limitava a adaptação de software (Galina, 2003a).

Há poucas referências a atividades de P&D aqui realizadas. Em 2006, a empresa inaugurou um pequeno laboratório de P&D em Campinas, Estado de São Paulo, em convênio com a

UNICAMP, com o intuito de pesquisar soluções de segurança de rede, para evitar fraudes e controlar o acesso às redes de telecomunicações, aos *backbones* e aos serviços de VoIP e IPTV das prestadoras de serviços de telecomunicações. Seu foco é a construção de soluções de controle de acesso e autenticação nas redes de dados e telefonia, fruto da demanda das operadoras locais, após o registro de um número muito alto de perdas com fraudes em anos recentes (Rodrigues, 2006). A empresa afirmava que, além do Brasil, só havia dois outros centros similares de P&D em segurança no mundo, um localizado nos Estados Unidos e outro na Europa (TI INSIDE, 2006).

Da mesma forma que na Lucent, há poucas evidências de atividades de P&D realizadas no Brasil por parte da Alcatel a partir das fontes consultadas. A única encontrada (Galina, 2003b) aponta que a empresa trabalha apenas com pequenas adaptações para o mercado local, sem autonomia alguma para desenvolvimento de novos produtos. Uma vez que o levantamento de evidências empíricas identificou pouquíssima presença de atividades de P&D no Brasil em ambas empresas, é de se esperar que a nova empresa surgida da fusão da Lucent com a Alcatel não tenha comportamento diferente daquele das empresas antes separadas.

Ericsson

Desde o início da década de 1970, a Ericsson já possuía atividades de P&D no Brasil que eram voltadas a adaptações de produtos para o mercado brasileiro, principalmente no hardware de seus equipamentos globais. Na década de 1980, iniciou-se a implantação de centrais telefônicas programáveis por software, dando início assim às atividades locais de desenvolvimento de software voltadas ao mercado brasileiro e pondo em segundo plano as atividades relacionadas a hardware. Na década de 1990, a subsidiária passou a ser incorporada à rede de desenvolvimento global da multinacional, desenvolvendo software para produtos genéricos destinados ao atendimento de qualquer mercado no globo (Souza e Vasconcellos, 2003). A subsidiária brasileira foi identificada como centro de excelência para a realização do desenvolvimento global de sistemas de tarifação e bilhetagem das centrais telefônicas (Galina, 2003a), e desenvolve localmente soluções que são inseridas no produto mundial que a Ericsson comercializa no mundo inteiro, cobrando por suas atividades. Isso significa uma entrada de divisas anual da ordem de US\$ 15 milhões a US\$ 20 milhões para o centro da Ericsson no Brasil (CPqD, 2004).

A Ericsson afirma ter investido mais de R\$ 800 milhões em P&D entre 1995 e 2005, considerando não somente as atividades internas, mas também as parcerias com outras empresas, universidades e institutos de pesquisa (INATEL, 2005). Em março de 2001, a empresa abriu um centro de pesquisa em Indaiatuba, no Estado de São Paulo, colocando o Brasil entre os cinco maiores complexos mundiais de P&D (Souza e Vasconcellos, 2003). Esse centro de P&D, que recebe 15% do faturamento anual da filial e tem 150 pesquisadores (Barbieri, 2006), não é considerado dono de nenhuma pesquisa de ponta, dedica-se principalmente ao desenvolvimento de produto via inovações incrementais e seu foco é principalmente software, tanto para telefonia fixa quanto para telefonia móvel, não sendo, no entanto, coordenadora de tais projetos (Galina, 2003b). Essa coordenação é realizada fora do país.

Em 2003, a estrutura de P&D da subsidiária estava dividida em desenvolvimento de software e pesquisa (Souza e Vasconcellos, 2003). A primeira possuía dois focos: desenvolvimento de software para (i) as centrais telefônicas de telefonia fixa e celular (AXE) e sistemas tarifação e billing e para (ii) estações rádio-base e sistemas de gerenciamento de redes de telefonia celular (CDMA). A área de desenvolvimento relacionado ao AXE está vinculada funcionalmente ao centro de desenvolvimento de AXE na Alemanha. Já a área de CDMA está lidada ao centro de desenvolvimento de CDMA de San Diego, EUA. Ambos são os responsáveis globais por suas respectivas áreas. A segunda divisão de P&D era formada por um pequeno grupo que coordenava a pesquisa realizada por universidades parceiras, que são as que efetivamente executam a atividade de pesquisa da Ericsson no Brasil (Souza e Vasconcellos, 2003). A Ericsson Research, localizada na Suécia, é a divisão da empresa responsável pela condução da pesquisa básica e aplicada da empresa. Na Ericsson, as equipes brasileiras são responsáveis pela engenharia de requisitos de produto, estudo de viabilidade, execução de projeto de desenvolvimento e teste funcional, mas a concepção do produto e o testes sistêmico geralmente é feito fora do Brasil (Galina, 2003a).

LG

As evidências de atividades de P&D realizadas pela subsidiária brasileira da LG são muito recentes. O modelo de negócio utilizado pela empresa no seu desenvolvimento local se baseia na utilização de parcerias, das quais foram encontradas algumas evidências, como a parceria com a

Brisa (realização de testes relativos aos softwares de diversos modelos de aparelhos celulares produzidos pela LG) e com o INPE (testes de desenvolvimento e qualificação, como interferência e compatibilidade magnética de aparelhos celulares) (Brisa, 2007; Simões, 2007). Somente em 2007 foi anunciado publicamente o surgimento de um produto desenvolvido localmente, também em parceria com instituições locais (o Laboratório de Sistemas Integráveis da Escola Politécnica da USP e a Zetta Tecnologia). Esse projeto teve como objetivo o desenvolvimento de sistema operacional para um modelo de aparelho celular, para o qual foram deslocados engenheiros da Coreia com a função de treinar a mão-de-obra local (PCWorld, 2007; Rodrigues, 2007).

Motorola

Segundo estudo de caso de Galina (2003a), a subsidiária brasileira da Motorola realizava desenvolvimento de hardware para equipamentos de usuário final, mas limitava-se a adaptações ao mercado local. O maior foco nesse setor de equipamentos de usuário final era o desenvolvimento de software. Já no setor de infra-estrutura a subsidiária realizava apenas adaptações ao mercado local, como nas estações rádio-base das redes de telefonia celular. Em geral, a participação das equipes brasileiras diminuía quanto mais no início estava o desenvolvimento de um produto. A subsidiária brasileira também possuía uma área de marketing de produto, a qual era responsável por verificar preferências e necessidades dos consumidores brasileiros e preparar *Business Cases*, que caso fossem aprovados, eram encaminhados para as equipes de desenvolvimento, em sua maioria globais. No caso de software para celular, o mercado local do país candidato não foi considerado fundamental pela autora, uma vez que os produtos são globais e exigem poucas adaptações. Segundo Galina, no Brasil eram realizadas principalmente atividades direcionadas a mudanças incrementais e a inovações de *design* ou interface de usuário, com poucas mudanças nas plataformas dos produtos. Apesar disso, a subsidiária brasileira tem sido capaz de desenvolver novas soluções voltadas ao mercado brasileiro. O Brasil foi escolhido para desenvolver software de centrais telefônicas *softswitches*⁴ devido a um grande contrato assinado com uma operadora local de telefonia celular, a Vivo (Braun, 2005; CEDET, 2005). Também foi responsável por desenvolver o software dos aparelhos

4 Dispositivo central baseado em hardware computacional utilizado para conectar chamadas via software, ao contrário dos sistemas tradicionais, cuja conexão é feita via hardware a partir de matrizes de comutação.

telefônicos de um novo serviço lançado por uma operadora de telefonia fixa, a Brasil Telecom, cujo foco é a convergência entre os serviços fixos e móveis (Telecom Urgente, 2006).

Segundo dados recentes da própria empresa (Soboll, 2006), a norte-americana Motorola possui um processo global de P&D que conta com 21 mil engenheiros, sendo 13 mil na área de software. No Brasil, foram investidos US\$ 225 milhões em P&D entre 1997 e 2005, fruto de um crescimento médio anual de 43%. Atualmente a empresa mantém um centro de P&D localizado em Jaguariúna, no Estado de São Paulo, o qual possuía mais de 800 profissionais, quantidade esta que é resultado de um crescimento médio anual de 48% desde 2003. Esse centro possui cinco divisões. A primeira delas foca o desenvolvimento de softwares globais para celulares em três subdivisões: Mensagens (desenvolvimento em C++, Java e Linux), Brasil Test Center (testes, ferramentas e integração de software) e Motocoder (ferramentas de suporte à comunidade Java). A segunda também foca o desenvolvimento de softwares globais, mas seu objetivo são as aplicações do tipo *push-to-talk*. A terceira foca a customização regional de hardware e software para celulares na América Latina. A quarta foca o desenvolvimento global e integração de softwares para celulares de tecnologia CDMA. Finalmente, a quinta divisão foca o mercado brasileiro, a partir do desenvolvimento de aplicações e *design* mecânico da solução iDEN e do desenvolvimento de software para as centrais softswitches. Vale salientar que a tecnológica *softswitch* é considerada ponto de partida para a evolução das centrais telefônicas na infraestrutura de telecomunicações, rumo a redes baseadas no protocolo IP e ao *push-to-talk* sobre celular (CEDET, 2005).

Pelo exposto acima, nota-se que a subsidiária possui grande foco no desenvolvimento de softwares globais, principalmente em tecnologias de celular, com pouca influência do mercado brasileiro nas atividades aqui realizadas, ao mesmo tempo que tem demonstrado capacidade para desenvolver soluções próprias voltadas ao mercado local e que, posteriormente, podem ser utilizadas mundialmente.

NEC

Outro estudo de caso de Galina (2003a) mostrou que a subsidiária brasileira da NEC possuía uma área para desenvolvimento de hardware de equipamentos de acesso, enquanto que para os demais produtos limitava-se a adaptações locais, principalmente em software, voltados a diminuição de

custo e mudanças incrementais nas características dos produtos. Galina apontou que essa área estava se extinguindo, o que parece ser corroborado pela ausência de informações sobre atividades de P&D em outras referências bibliográficas.

Nokia

A subsidiária da finlandesa Nokia apresenta um histórico recente de envolvimento em atividades de P&D. Com base na Lei de Informática, em 2002 a empresa fundou o Instituto Nokia de Tecnologia (INdT) com centros de pesquisa em Manaus e Brasília e corpo técnico de 105 pessoas (Feitoza, 2005). Em 2006, foi aberto um centro de pesquisa em Recife.

A empresa afirma ter investido US\$ 70 milhões em P&D no Brasil entre 2002 e 2004 (Vainsencher, 2006a). O foco da P&D da subsidiária brasileira é a realização de testes de aparelhos celulares e o desenvolvimento de soluções para aplicação em redes sem fio. Isso pode ser visto a partir de vários exemplos de projetos realizados pelo INdT. O Programa SMART permitiu a participação da equipe de P&D brasileira na especificação e estudo de desempenho de 12 funcionalidades para rede de acesso de GSM. O Projeto QUASAR foi responsável pelo desenvolvimento de software de simulação para redes celulares de terceira geração (3G). Um projeto em parceria com a UFRJ permitiu ampliar metodologias genéricas de QoS (qualidade de serviço) a redes de telefonia celular de segunda geração (2G). O projeto Tapioca criou uma estrutura para o desenvolvimento de um sistema mensagem instantânea sobre VoIP, cuja conexão pode ser feita via tecnologia bluetooth ou Wi-Fi. A unidade de Recife tem como objetivo trabalhar em aplicações baseadas em software livre – Linux e outras tecnologias de código aberto – com foco em mobilidade e multimídia, utilizando como ambiente de desenvolvimento a plataforma Maemo, além de direcionar esforços para TV digital, internet, entretenimento, VoIP e tecnologias de rádio (bluetooth, Wi-Fi).

Apesar das informações obtidas sobre as atividades de P&D da Nokia brasileira apontarem para a existência de capacitação local em desenvolvimento de software, elas não são capazes de demonstrar como a unidade de P&D brasileira se insere na divisão internacional da P&D da empresa.

Nortel

A subsidiária brasileira da Nortel inaugurou seu centro de P&D em 1998 na cidade de Campinas, junto a sua fábrica e centro de treinamento e reparos. Esse centro de P&D tinha como objetivo o desenvolvimento de tecnologias de telefonia celular (GSM e CDMA), além de suportar clientes nas áreas de telefonia celular e fixa do Brasil, EUA, México e Reino Unido. Segundo a empresa, já foram investidos US\$ 70 milhões em P&D no Brasil (Nortel, 2007).

A falta de evidências de atividades de P&D realizadas pela subsidiária brasileira da Nortel, além daquelas fornecidas em documentos oficiais da empresa, colocam em dúvida a importância da unidade brasileira na rede global da empresa.

Samsung

A única referência que oferece informações sobre atividades de P&D da subsidiária brasileira da Samsung aponta que a empresa investiu R\$ 1 milhão para a criação de um centro de pesquisas em telefonia móvel no Recife, Pernambuco (IDGNow, 2006). Esse centro pretende reunir 100 pesquisadores próximos ao parque tecnológico Porto Digital e entre os projetos a serem desenvolvidos no novo laboratório estão os softwares para celulares na área de entretenimento digital, a exemplo de jogos e outros aplicativos inovadores como cronômetros.

Siemens

A subsidiária brasileira da Siemens tem se destacado em termos de investimentos em P&D em telecomunicações no Brasil. É nesse segmento de negócios que a Siemens do Brasil concentra boa parte dos esforços em P&D e inovação, tanto com equipes internas, como em parcerias com universidades e centros de pesquisa (Folha Inovação, 2004). Dos R\$ 80 milhões investidos em P&D no Brasil em 2003 – valor que tem crescido nos últimos anos (Siemens, 2003a; Primo, 2005) – R\$ 60 milhões foram alocados no setor de telecomunicações e o restante para os segmentos de energia, automação e controle e eletromedicina (CPqD, 2004).

A divisão de telecomunicações da Siemens começou a conquistar centros de competência a partir de 1991. Os centros de competência são assim denominados por serem os responsáveis por P&D global em nichos tecnológicos (Perini, 2002). O ano de 2003 foi marcado pela implantação em

Curitiba e Manaus de diversos centros de competência mundiais, como telefones fixos, desenvolvimento de software de celulares e desenvolvimento de software e hardware para redes fixas para operadoras e corporações (Siemens, 2003b).

A unidade de P&D de Curitiba é considerada Regional Development Center (RDC) e está voltada a redes fixas de operadoras e a ampliação das atividades do desenvolvimento para redes corporativas, com enfoque nas exportações de desenvolvimento de software e hardware (Siemens, 2003b). O RDC de Curitiba desenvolve produtos e aplicações baseadas em tecnologias de última geração para o atendimento das necessidades do mercado de telecomunicações do Brasil, Argentina e Chile (Siemens, 2003c). Sua importância pode ser constatada pelo fato de ter sido uma das dez unidades escolhidas dentre as quarenta existentes na época da reestruturação global das atividades de P&D da multinacional. Segundo Galina (2003a), a unidade de P&D em Curitiba, no Paraná, desenvolvia hardware e software, mas a grande maioria dos esforços locais era no desenvolvimento de software. Para o desenvolvimento de hardware, possuía parceria com CEFET-PR e para software com a PUC-PR. Galina identificou que a Siemens local era centro de competência para um dos módulos da central de comutação de redes NGN, que são as redes da próxima geração tecnológica, fortemente dependentes de software. Além disso, a empresa exportava software para gerenciamento de central como um produto, vendendo sua competência para a Alemanha. Em 2003, a empresa exportou R\$ 250 milhões, resultado das vendas de produtos e serviços, dos quais o software representou cerca de R\$ 50 milhões (CPqD, 2004). A unidade de Curitiba também é considerada centro de competência para plataformas globais não só em redes NGN, mas também em centrais corporativas do tipo PABX (Dauscha, 2004). Foi responsável, por exemplo, pelo desenvolvimento de Central TDM para o mercado americano e europeu e de DLU Shelter para vários países, incluindo a Alemanha (Siemens, 2003c). Além disso, possui atividades voltadas ao mercado brasileiro e latino-americano, como aquelas relacionadas ao desenvolvimento de sistemas anti-fraude (projeto Antittaping) e à adaptação das estações rádio base das redes GSM brasileiras para atender os requisitos do Processo Produtivo Básico - o PPB (ibid).

A unidade de Manaus fez com que o Brasil se tornasse o quinto país do mundo a abrigar um centro de P&D de softwares para sistemas móveis. Esse centro contribui para o desenvolvimento de softwares de celulares comercializados no mundo todo (Siemens, 2003b) e também para o desenvolvimento de software para settop box (conversores para TV digital) nos padrões DVB

(Digital Video Broadcasting), IPTV (TV pela internet) e híbridos, ao lado de mais três centros de P&D da companhia, instalados na Alemanha, Bélgica e Polônia (Casadio, 2006).

Em suma, o levantamento de informações sobre o envolvimento das subsidiárias brasileiras de tele-equipamentos mostra que grande parte das atividades tecnológicas realizadas por elas depende de metodologias, padrões e processos definidos fora do Brasil. Há espaço para métodos que promovem melhorias incrementais nos projetos desenvolvidos localmente, desde que seja mantida a capacidade de integração dos diferentes módulos num sistema completo e são, em sua maioria, desenvolvidas através de parcerias com universidades e centros de pesquisa locais. Essas parcerias buscam geralmente melhorias em áreas específicas de desenvolvimento de sistemas e de programação, como por exemplo, metodologias de desenvolvimento e redutibilidade de problemas (Galina, 2003a).

Além disso, o grande foco das atividades é o desenvolvimento de software, com pouco envolvimento em desenvolvimento de hardware e pesquisa básica e aplicada. Por exemplo, na área de centrais telefônicas, a maioria das subsidiárias brasileiras pesquisadas desenvolvia software para adaptação de produtos ao mercado brasileiro, fruto de requerimentos de serviços das operadoras locais, não se envolvendo em desenvolvimento de produtos globais (Galina, 2003a). Há exceções, como a Ericsson brasileira, que era considerada o centro de excelência para a realização do desenvolvimento global de sistemas de tarifação e bilhetagem das centrais telefônicas. Outra exceção é a Siemens local, considerada centro de competência para um dos módulos do equipamento de comutação de redes NGN, que são as redes de próxima geração tecnológica e fortemente dependentes de software.

O quadro a seguir procura resumir as atividades de P&D realizadas pelas subsidiárias brasileiras das empresas multinacionais de telecomunicações. Pode-se concluir que elas têm escopo restrito e que há pouca atividade de P&D no país, em termos comparativos. Por exemplo, China e Índia possuem juntas 10 das 54 unidades de P&D da Motorola (2006). A disparidade no volume de investimentos pode ser constatada por outros exemplos. Enquanto a Cisco anunciou investimentos na Índia da ordem de US\$ 700 milhões em cinco anos (Matsumoto, 2006), a Siemens investe anualmente algumas dezenas de milhões de reais em P&D no Brasil e a Motorola investiu US\$ 225 milhões entre 1997 e 2005.

Empresa	Principais atividades de P&D no Brasil
Alcatel-Lucent	● Adaptação de software em centrais telefônicas fixas e celulares. ● Desenvolvimento de hardware e software para centrais telefônicas de pequeno porte.
Ericsson	● Centro de excelência para a realização do desenvolvimento global de sistemas de tarifação e bilhetagem das centrais telefônicas. ● Desenvolvimento de software para estações rádio-base e sistemas de gerenciamento de redes de telefonia celular.
LG	● Desenvolvimento de sistema operacional para telefones celulares. ● Testes de telefones celulares.
Motorola	● Desenvolvimento de softwares globais para celulares (Mensagens, Brasil Test Center, Motocoder). ● Desenvolvimento de softwares globais para aplicações do tipo <i>push-to-talk</i>. ● Adaptação regional de hardware e software para celulares na América Latina. ● Desenvolvimento global e integração de softwares para celulares de tecnologia CDMA. ● Desenvolvimento de aplicações e design mecânico da solução iDEN e do desenvolvimento de software para as centrais softswitches com foco no mercado brasileiro.
NEC	● Desenvolvimento de novos produtos para equipamentos de acesso a rede. ● Adaptação de estações rádio base, rádio ponto-a-ponto e centrais telefônicas fixas.
Nokia	● Desenvolvimento de soluções para aplicação em redes sem fio. ● Teste de telefones celulares.
Nortel	● Desenvolvimento de tecnologias de telefonia celular e fixa.
Samsung	● Desenvolvimento de software para celulares na área de entretenimento digital.
Siemens	● Centros de competência mundiais, como telefones fixos, desenvolvimento de software de celulares e desenvolvimento de software e hardware para redes fixas para operadoras e corporações. ● Adaptações para mercado local e regional. ● Desenvolvimento de software para TV digital.

Tabela II.1: Principais atividades de P&D realizadas no Brasil a partir da década de 1990

II.2 - Os fatores de atração de atividades de P&D

Para ser possível identificar quais são as razões que levam o Brasil a não se inserir em maior escala na internacionalização de atividades de P&D do setor de telecomunicações, é preciso antes definir quais são os fatores de atração mais relevantes para esta análise setorial.

A escolha de uma localidade como alvo de investimentos de P&D está diretamente relacionada com diversas características que a determinam. A literatura em torno dos fatores de atração de atividades de P&D é ampla e oferece uma lista abrangente dos mesmos, sendo que muitos trabalhos sobre esse assunto acabam repetindo diversos desses fatores. A seguir são apresentados alguns exemplos de pesquisas relacionadas ao tema.

Segundo Chiesa (1995 e 2001) e Zedtwitz e Gassmann (2002), existem diversos grupos de fatores de atração: (i) custos dos fatores de insumo, como pessoal técnico, equipamento, instalações; (ii) custos de transferência, como os custos internos de transferência da informação entre

laboratórios, entre estes e a manufatura e entre P&D e marketing e os custos externos de captação de informação técnica e mercadológica de fontes externas, como fornecedores, clientes e instituições de pesquisa; (iii) custos organizacionais, como os relacionados ao estabelecimento da nova organização de P&D; (iv) qualidade dos recursos de insumo, como nível das habilidades encontradas, qualidade do pessoal técnico disponível e configuração do laboratórios, facilidade de cooperação com instituições locais, com o intuito de atingir massa crítica e economias de escala, que variam conforme a área tecnológica; (v) qualidade dos resultados previstos, como cooperação com clientes e cooperadores locais e proximidade do mercado; (vi) existência de locais de negócio, que facilitam o acesso a serviços existentes ligados à manufatura e marketing; (vii) infra-estrutura local, que facilita a comunicação; (viii) cultura gerencial da empresa, que influencia a atitude frente à centralização ou descentralização; (ix) otimização de impostos; (x) confiabilidade e estabilidade do sistema político e social; e (xi) melhoria da imagem da empresa.

A UNCTAD (2004, p. 11-12) estabelece alguns elementos que precisam estar presentes para atrair investimento em P&D. O primeiro deles é um ambiente político geral estável, incluindo estabilidade política e macroeconômica e políticas industriais, de comércio e de investimento que sejam claras e consistentes. Outro elemento é formado por bons sistemas de comunicações e outros itens de infra-estrutura. O terceiro diz respeito à existência de um sistema nacional de inovação bem desenvolvido, ou seja, uma rede de instituições nos setores público e privado que facilite a criação, importação, modificação e difusão de novas tecnologias. Um outro elemento, diretamente ligado ao anterior, é a disponibilidade de universidades, profissionais e pesquisadores locais que fomentem o desenvolvimento de conhecimento e atraia fontes de excelência técnica, como universidades e fornecedores. Mais um elemento, que também está diretamente ligado a existência de um sistema nacional de inovação bem desenvolvido, é o estabelecimento de parques tecnológicos próximos a instituições acadêmicas e que atraiam firmas locais e corporações transnacionais para a localização de P&D. Por fim, a existência de instrumentos de proteção à propriedade industrial têm sido fundamental na decisão de localização de atividades de P&D industrial de diversas corporações transnacionais.

Em sua pesquisa em 200 empresas multinacionais de 15 setores industriais, a Kauffman Foundation (Thursby e Thursby, 2006) identificou diversos fatores de atração de atividades de P&D: (i) existência de pessoal altamente qualificado; (ii) existência de pesquisadores universitários com conhecimentos especiais; (iii) oferta de redução de impostos e/ou assistência

governamental direta; (iv) facilidade de negociar apropriabilidade da propriedade intelectual oriunda de acordos de pesquisa; (v) baixo custo de P&D; (vi) ambiente cultural e regulatório ajudando o processo de *spinoffs* de novos negócios; (vii) facilidade de cooperação com universidades; (viii) boa proteção da propriedade intelectual; (ix) poucas restrições regulatórias e/ou de pesquisa; (x) unidade de P&D para suportar vendas no exterior; (xi) alto potencial de crescimento; (xii) unidade de P&D para suportar exportação da produção para outros países; e (xiii) prerequisite regulatório ou legal para acessar mercado local.

Um outro trabalho recente sobre a análise dos fatores de atração de investimentos em atividades de conteúdo tecnológico⁵, do qual a presente dissertação faz parte, teve o intuito de estudar os motivos que levaram as subsidiárias das empresas multinacionais no Brasil à decisão de realizar algum tipo de atividade tecnológica no país e de pesquisar os fatores que podem induzi-las a ampliar, num futuro próximo, suas funções de P&D locais. Para tanto, foram realizados *workshops* com representantes dessas empresas, com o objetivo de comprovar a importância dos fatores de atração identificados pela literatura, bem como incluir outros que são considerados relevantes pelos atores presentes. A relação desses fatores compreende: (i) oferta e custo de mão-de-obra qualificada; (ii) oferta de serviços de apoio para a P&D; (iii) parcerias com as universidades e centros de competência; (iv) dimensão do mercado; (v) potencial de crescimento do mercado; (vi) proximidade do mercado local; (vii) facilidade de importar insumos e equipamentos; (viii) empenho político do governo brasileiro; (ix) estabilidade política e econômica; (x) segurança jurídica e patrimonial; (xi) financiamento para a P&D; (xii) incentivos; (xiii) propriedade intelectual; (xiv) infra-estrutura básica; (xv) empenho e iniciativa da direção da subsidiária.

Pelos levantamentos realizados nas pesquisas citadas acima, percebe-se que há uma grande quantidade identificada de fatores de atração de investimentos em atividades tecnológicas. A seguir, é apresentada uma discussão cujo intuito é escolher aqueles que parecem ser os mais relevantes para uma análise aprofundada do setor de telecomunicações brasileiro.

Uma abordagem inicial para esta discussão parte das tipologias das unidades de P&D. Conforme apresentado no Capítulo I, a literatura utiliza duas tipologias da P&D internacionalizada, dependendo do critério utilizado. Uma delas é baseada na *natureza* da atividade tecnológica e a

5 Projeto Fapesp – Políticas Públicas (Ref. Processo: 03/06388-9): “Políticas de Desenvolvimento de Atividades Tecnológicas em Filiais Brasileiras de Multinacionais”.

outra na *motivação* estratégica da empresa multinacional (UNCTAD, 2005b, p.137-139).

No primeiro caso, a tipologia considera quatro tipos de unidades de P&D: adaptadores locais, laboratórios localmente integrados, criadores internacionais de tecnologia e unidade de monitoramento tecnológico. A P&D adaptativa do primeiro tipo pode variar desde suporte à produção local até modificações na tecnologia importada, dependendo do tamanho e crescimento da unidade produtiva local, das diferenças entre as condições locais e aquelas de onde a tecnologia foi desenvolvida e da disponibilidade de habilidades técnicas locais. Além disso, depende de forte interação com outros departamentos ligados à marketing, vendas e produção. Sua possível evolução para o segundo e terceiro tipos de unidade de P&D aumenta a importância da disponibilidade de habilidades técnicas locais, bem como pode exigir a existência de fornecedores de P&D complementares. Já as unidades de monitoramento tecnológico dependem muito mais dos ativos tecnológicos locais, como mão-de-obra qualificada, parcerias para P&D e mercado inovador. O levantamento das atividades de P&D realizadas no Brasil feito na seção anterior e alguns estudos (Porto, Prado e Plonski, 2003; Galina, 2001) indicam que as atividades de P&D realizadas no Brasil são em grande parte voltadas à adaptação de produtos. Essas colocações põem em destaque alguns dos fatores de atração identificados anteriormente nesta seção: (i) a existência de operações de negócio no Brasil; (ii) a dimensão e o potencial de crescimento do mercado brasileiro; (iii) a proximidade do mercado local, isto é, a existência ou não de particularidades do mercado brasileiro que exigem adaptação de produtos; (iv) a oferta de mão-de-obra qualificada no Brasil; e (v) a oferta de instituições brasileiras para realização de parcerias em P&D.

A segunda tipologia da P&D internacionalizada apresentada na revisão bibliográfica da UNCTAD está relacionada à *motivação* da empresa multinacional, isto é, os objetivos tecnológicos da matriz: busca de tecnologia, exploração dos ativos da matriz e aumento dos ativos da matriz. O segundo tipo guarda relação estreita com a unidade de P&D adaptativa apresentada na tipologia anterior, ou seja, destaca a importância dos fatores de atração identificados naquele caso. Os dois outros tipos claramente dão importância para os ativos tecnológicos locais, como mão-de-obra qualificada e parcerias para P&D.

Essa segunda tipologia guarda estreita relação com a visão de que o processo de internacionalização da P&D pode ser analisado enquanto resultado das deliberações estratégicas

para melhorar a capacidade inovadora da firma (Ares 2002; Chiesa, 1995; Franco, 2004), fruto da dinâmica tecnológica atual, do caráter cada vez mais sistêmico da inovação e da pressão pela diminuição do tempo de lançamento de produtos no mercado (Chiesa, 2001), todas características importantes do setor de telecomunicações.

Há duas razões estratégicas para a firma internacionalizar sua P&D. A primeira está ligada a fatores de demanda (Ares, 2002), como a necessidade de acessar mercados e de responder necessidades locais específicas e a proximidade dos clientes (Chiesa, 1995). Quando estes direcionam o processo, as unidades de P&D são localizadas próximas aos locais de marketing e fabricação. Baseado nas colocações desses autores, alguns daqueles fatores de atração identificados no início desta seção ganham destaque: (i) a existência de operações de negócio no Brasil, (ii) a dimensão e o potencial de crescimento do mercado brasileiro e (iii) a proximidade do mercado local, isto é, a existência ou não de particularidades do mercado brasileiro que exigem adaptação de produtos.

A segunda razão estratégica para a firma internacionalizar a P&D diz respeito a fatores de oferta de tecnologia (Ares, 2002 e Chiesa, 1995), como acesso a tecnologias, recrutamento de pessoal qualificado e acesso a talentos estrangeiros. Quando estes direcionam o processo, as unidades de P&D são localizadas próximas a centros de excelência, universidades, institutos de pesquisa ou parques científicos. Dentre os fatores elencados anteriormente, os que ganham destaque sob essa óptica são: (i) a oferta de mão-de-obra qualificada no Brasil e (ii) a oferta de instituições brasileiras para realização de parcerias em P&D.

A discussão acima, baseada nas tipologias da P&D internacionalizada, mostra que a oferta de mão-de-obra qualificada merece destaque. Consequentemente, um outro fator que deve ser destacado na internacionalização das atividades de P&D no setor de telecomunicações é o custo dessa mão-de-obra qualificada. A motivação das empresas em reduzir o custo desse insumo por si só já é um dos grandes estímulos para a internacionalização das atividades de P&D no setor de telecomunicações (Galina, 2003b), mas o mesmo ganha maior relevância devido ao crescimento da importância de atividades relacionadas à software nas atividades de P&D do setor como um todo (UNCTAD, 2005b). Por exemplo, nos últimos 40 anos, a sueca Ericsson tem migrado seus esforços de P&D em tele-equipamentos do hardware para o software. Atualmente, a empresa investe 85% de seu orçamento de P&D no desenvolvimento de software (Goldstein e Hira, 2004).

Essa tendência no setor é evidenciada também nos resultados de suas atividades de P&D. Segundo Bessen e Hunt (apud Cukier, 2005), o crescimento do número de patentes no setor para uma mesma quantidade de capital investida em P&D é, em parte, resultado do crescimento de patentes de software.

Algumas outras características do setor de telecomunicações colocam em evidência outros fatores de atração de atividades de P&D. Em primeiro lugar, no setor de telecomunicações a propriedade intelectual é um elemento importante não só para garantir a apropriabilidade das inovações geradas pelas firmas, mas também para estimular a inovação a partir de efeitos em rede. Segundo o *The Economist* (Cukier, 2005), o papel da gestão da propriedade intelectual vem ganhando destaque nos setores de telecomunicações e TI. Somente nos EUA, a receita proveniente do licenciamento tecnológico desses setores gira em torno de US\$ 40 bilhões, enquanto no mundo todo está próximo de US\$ 100 bilhões e crescendo. Esses setores como um todo representam atualmente 40% das patentes nos EUA, valor que era de 30% em 1990. Dessa forma, a existência de instrumentos de proteção à propriedade industrial no Brasil – e sua efetiva execução – merece ser considerada nesta análise setorial.

Em segundo lugar, conforme visto no Capítulo I, a crescente especialização e modularização das atividades dentro do processo de P&D do setor de telecomunicações torna possível a separação do mesmo em diversas localidades. Isso faz com que a existência de bons sistemas de comunicações no Brasil e outros itens de infra-estrutura básica ganhem relevância na atratividade do país, no sentido de facilitarem a comunicação entre diferentes localidades e permitirem o fluxo de insumos das atividades de P&D entre elas.

Em terceiro lugar, a descrição apresentada no capítulo anterior mostrou também que o setor de telecomunicações é altamente intensivo em P&D. Os principais fabricantes de tele-equipamentos investem mais em P&D do que economias inteiras. Por exemplo, a alemã Siemens sozinha investe em P&D um valor superior ao que o Brasil investe em P&D em todos os setores. Dessa forma, a existência de instrumentos de financiamento e incentivos à P&D que aliviem os custos das atividades de P&D também devem ser levados em consideração na análise da atratividade do Brasil no setor de telecomunicações. Estudos de caso realizados por Galina (2003a) mostram que as multinacionais do setor operando no Brasil consideram esse fator muito importante na determinação de investimento local.

Finalmente, a qualificação dos fatores de atração identificados nesta seção por parte das firmas, é profundamente afetada pela sua percepção no que diz respeito à confiabilidade e estabilidade do sistema econômico, político e social de determinado país. Portanto, um ambiente geral estável pode tornar determinado país mais atrativo que outro.

Em resumo, esta seção permitiu identificar um conjunto de fatores relacionados a mercado local: (i) a existência de operações de negócio no Brasil; (ii) a dimensão e o potencial de crescimento do mercado brasileiro; e (iii) a proximidade do mercado local, isto é, a existência ou não de particularidades do mercado brasileiro que exigem adaptação de produtos. Além disso, verifica-se que há um outro conjunto de fatores relacionados a ativos tecnológicos locais: (iv) a oferta de mão-de-obra qualificada no Brasil; (v) o custo da mão-de-obra qualificada no Brasil; e (vi) a oferta de instituições brasileiras para realização de parcerias em P&D. Além desses, ganham relevância os seguintes fatores de atração: (vii) instrumentos de proteção à propriedade industrial; (viii) infra-estrutura básica; (ix) instrumentos de financiamento e incentivos à P&D; e (x) ambiente sócio-político-econômico. A Tabela II.2 a seguir lista os fatores de atração escolhidos para a análise do setor de telecomunicações brasileiro, agrupados conforme taxonomia desenvolvida em Chiesa (1995 e 2001) e Zedtwitz e Gassmann (2002). Tal taxonomia apresenta duas categorias de fatores de atração geográfica: fatores associados à natureza e conteúdo da atividade de P&D e fatores não associados à P&D. Essa escolha de taxonomia é interessante para este trabalho, pois ajuda na análise da atratividade do Brasil não somente em termos de elementos intrínsecos à P&D, mas também relacionados ao ambiente em que operam as empresas que a realizam.

Fatores de atração internos à P&D	● oferta de mão-de-obra qualificada ● oferta de instituições para realização de parcerias em P&D ● custo da mão-de-obra qualificada ● dimensão e potencial de crescimento do mercado ● proximidade do mercado
Fatores de atração externos à P&D	● existência de operações de negócio ● instrumentos de proteção à propriedade industrial ● infra-estrutura básica ● instrumentos de financiamento e incentivos à P&D ● ambiente sócio-político-econômico

Tabela II.2: Fatores de atração de atividades de P&D

Uma vez definidos os fatores de atração de atividades tecnológicas a serem analisados, pode-se partir para seu detalhamento considerando as especificidades do setor de telecomunicações, tanto

no âmbito global quando na dimensão local do caso brasileiro.

A metodologia adotada utiliza a revisão bibliográfica como método de coleta de dados e contempla duas unidades de análise. Uma delas é o setor de telecomunicações, mundial e brasileiro, e a outra são as empresas multinacionais do setor de telecomunicações. O procedimento para esta revisão bibliográfica contempla a coleta de dados secundários em artigos acadêmicos, dissertações, teses, relatórios setoriais, artigos em veículos especializados e páginas de Internet dos principais fabricantes de tele-equipamentos em termos de faturamento, de forma a fornecer insumos para a análise crítica da evolução recente do setor de telecomunicações no Brasil e no mundo e das atividades das principais empresas multinacionais do setor. Os dados coletados são utilizados na análise de cada um dos fatores de atração de atividades tecnológicas sob a óptica daquelas dimensões dos Sistemas Setoriais de Inovação que são mais relevantes para o entendimento de cada fator.

II.2.1 - Fatores de atração internos à P&D

A qualidade dos fatores de insumo pode ser estudada em termos de qualidade do pessoal técnico disponível e facilidade de cooperação com instituições locais (Chiesa, 1995 e 2001; Zedtwitz e Gassmann, 2002). A existência de um sistema nacional de inovação bem desenvolvido, ou seja, uma rede de instituições nos setores público e privado que facilite a criação, importação, modificação e difusão de novas tecnologias, é um elemento importante para a atração de atividades tecnológicas para determinado país. Esse elemento está relacionado à disponibilidade de universidades, profissionais e pesquisadores locais que fomentem o desenvolvimento de conhecimento e atraiam fontes de excelência técnica, como universidades e fornecedores, e também ao estabelecimento de parques tecnológicos próximos a instituições acadêmicas, que atraiam firmas locais e corporações transnacionais para a localização de P&D (UNCTAD, 2004). Nesse sentido, a existência de pessoal altamente qualificado, de pesquisadores universitários com conhecimentos especiais e a facilidade de cooperar com universidades também são elementos importantes para determinar a atratividade de um país.

Por outro lado, a literatura atribui a diversos elementos relacionados ao mercado características de fatores de atração de atividades tecnológicas para determinado país. A necessidade de se estar próximo de determinado mercado local pode ter implicações diretas quanta à qualidade dos

resultados previstos advinda das atividades de P&D (Chiesa, 1995 e 2001; e Zedtwitz e Gassmann, 2002). A dimensão do mercado local, bem como seu potencial de crescimento, também implica aumento da atratividade de determinado país, principalmente se o mesmo demandar características específicas.

Oferta de mão-de-obra qualificada

No âmbito do sistema setorial de telecomunicações, a mão-de-obra qualificada é aqui analisada enquanto *insumo*⁶ do mesmo. O elemento de análise deste item é a oferta de mão-de-obra qualificada, ou seja, a disponibilidade de mão de obra qualificada e bem treinada que possa ser utilizada em novos projetos de P&D nas subsidiárias das empresas multinacionais. Sua análise é realizada a partir de informações sobre o sistema educacional brasileiro, e como ele se compara a alguns países concorrentes, e da identificação da percepção dos atores do setor quanto à qualidade da mão-de-obra disponível a partir de dados da PINTEC, do Ministério da Educação e da imprensa especializada no setor.

Comparando alguns indicadores dos sistemas educacionais de diversos países, o Brasil se situa numa posição intermediária em termos de oferta de mão-de-obra potencial. Isso porque, apesar de ser um dos países mais populosos do mundo, a proporção da população que se encontra nas instituições de ensino superior e nos cursos de ciências e engenharias (C&E) é baixa. No Brasil há aproximadamente 18 milhões de pessoas com idade escolar para o ensino superior, o que o situa numa posição intermediária quando comparado a uma amostra de países concorrentes (Tabela II.3). China e Índia destacam-se dos demais países do mundo, devido à sua grande população, mesmo apresentando baixa proporção relativa de matriculados no ensino superior. Em 2003, o Brasil apresentava quase 4 milhões de matriculados no ensino superior, fruto de um crescimento médio anual de 13% (1999-2003), suplantado apenas pelos 25% da China (1999-2004). Essa população é superada, em termos absolutos, por China e Índia, com 19,4 e 11,6 milhões, respectivamente. Quando são considerados apenas os matriculados em cursos de C&E, o Brasil é o que apresenta a menor proporção entre os países da amostra. Enquanto apenas 16% dos matriculados do país estão nesses cursos, em países como México, Filipinas e Malásia, essa

6 Os sistemas setoriais possuem base de conhecimento, tecnologias, *insumos* e demanda que são específicos a determinado setor em estudo (Malerba, 2002).

proporção sobe para valores próximos de 30%.

País	População com idade escolar (ensino superior) (2005) (A)					
	Matriculados em ensino superior (B)					
			Crescimento médio anual	Proporção de matriculados em ensino superior (B/A)	Matriculados em C&E (C)	Proporção de matriculados em C&E (C/B)
China	105.063.858	19.417.044 ⁽ⁱ⁾	25% ^(a)	19%	N/D	N/D
Índia	103.220.072	11.852.936 ⁽ⁱ⁾	6% ^(b)	12%	2.624.429	22%
Indonésia	21.333.818	3.551.092 ⁽ⁱ⁾	6% ^(c)	17%	N/D	N/D
Brasil	17.980.610	3.994.422 ⁽ⁱⁱ⁾	13% ^(d)	22%	634.717	16%
México	9.942.550	2.322.78 ⁽ⁱ⁾	5% ^(a)	23%	777.081	33%
Filipinas	8.557.550	2.420.997 ⁽ⁱ⁾	2% ^(a)	29%	662.993	27%
Tailândia	5.485.624	2.359.127 ⁽ⁱⁱⁱ⁾	4% ^(e)	43%	N/D	N/D
África do Sul	4.757.572	717.793 ⁽ⁱⁱ⁾	3% ^(d)	15%	133.988	19%
Coréia do Sul	3.585.632	3.224.875 ⁽ⁱⁱⁱ⁾	3% ^(e)	90%	1.287.104	40%
Argentina	3.270.806	2.101.437 ⁽ⁱⁱ⁾	7% ^(d)	64%	403.125	19%
Malásia	2.283.964	725.865 ⁽ⁱⁱⁱ⁾	11% ^(d)	32%	253.383	40%
Canadá	2.150.976	1.254.833 ^(iv)	2% ^(f)	60%	254.312	20%
Chile	1.351.313	580.815 ⁽ⁱ⁾	5% ^(a)	43%	167.865	29%
República Tcheca	700.824	318.858 ⁽ⁱ⁾	7% ^(a)	43%	95.683	30%
Hungria	668.538	422.177 ⁽ⁱ⁾	9% ^(a)	60%	78.580	19%

Fonte: UNESCO Institute for Statistics.

(i) 2004; (ii) 2003; (iii) 2005; (iv) 2002

(a) 1999-2004; (b) 2000-2004; (c) 2001-2004; (d) 1999-2003; (e) 1999-2005; (f) 1999-2002

Tabela II.3: Indicadores de ensino superior

Esses dados mostram que, em termos numéricos, China e Índia podem ser considerados um grupo à parte devido a sua numerosa população. Mesmo com índices que indicam baixo acesso da população ao ensino superior, em termos absolutos a população matriculada em cursos de C&E é uma ordem de grandeza acima dos demais países, por volta de dezenas de milhões de matriculados. O que mais se aproxima dos dois é a Coreia, devido a sua grande proporção de pessoas com acesso ao ensino superior e à grande participação dos cursos de C&E. O Brasil está situado num grupo intermediário, oferecendo centenas de milhares de matriculados nesses cursos, não se aproveitando de sua numerosa população, devido à baixa proporção da mesma com acesso ao ensino superior e à baixa participação dos cursos de C&E. Esses são limitantes *gerais* da oferta brasileira de mão-de-obra para atividades de P&D. Existem dois outros limitantes, que são *específicos* ao setor e que se situam dentro do universo de cursos de C&E existentes no Brasil. Um deles é a oferta de cursos de C&E que são mais relevantes para o setor de telecomunicações, como ciência da computação e engenharia elétrica. O outro é a qualidade da mão-de-obra formada por esses cursos. A seguir esses dois limitantes são analisados em detalhe.

A análise da oferta de cursos relevantes para o setor de telecomunicações implica o levantamento da quantidade de formandos nos cursos que guardam relação estreita com os campos tecnológicos relevantes para o desenvolvimento do setor. Para tanto é utilizada a base de dados Edudata do Ministério da Educação. Nesse sentido, a análise leva em consideração não só as *tecnologias básicas* utilizadas nos produtos do setor, mas a *base de conhecimento* necessária às atividades de P&D, tocando portanto outra dimensão do sistema setorial⁷.

O Ministério da Educação oferece dados contendo números de matriculados no ensino superior em cursos específicos, bem como de concluintes de tais cursos. A partir de uma seleção dos cursos mais relevantes para o setor de telecomunicações, dentro das áreas de Ciência da Computação, Eletrônica e Automação, Engenharia e Profissões de Engenharia (cursos gerais), Física, Matemática e Processamento da Informação, foi construída a evolução da oferta de mão-de-obra potencial em termos de matriculados e concluintes nos últimos anos. Tais cursos podem ser agregados em dois grandes grupos, um deles relacionado às áreas que tradicionalmente possuem algum vínculo com as telecomunicações e o outro às de tecnologia da informação, conformando assim as "infocomunicações" (Tabela II.4).

7 A firmas dentro de um sistema setorial têm seu leque de diversidade, em termos de comportamento e organização, limitados pelas *tecnologias básicas* e pela demanda. Essas limitações variam por setor, uma vez que cada um possui tecnologias básicas e demanda específicas. Nesse caso, o ambiente tecnológico ou a demanda definem a natureza de problemas que as firmas precisam solucionar através de suas atividades de produção e das relacionadas à inovação, bem como definem os tipos de incentivos e limitações a comportamentos e organizações (Malerba, 2002). Adicionalmente, Malerba apresenta algumas dimensões do conhecimento que são relevantes para a explicação das atividades relacionadas à inovação dentro de um setor. A tradição evolucionista tem proposto que os setores e tecnologias diferem muito em termos de sua *base de conhecimento* e dos processos de aprendizados relacionados à inovação. O conhecimento difere entre os setores em termos de dois domínios. Um domínio de conhecimento diz respeito àqueles campos tecnológicos e científicos específicos à base de atividades relacionadas à inovação em um dados setor. O segundo domínio está ligado às aplicações, usuários e demanda pelo produtos setoriais (ibid).

Ano	1999	2000	2001	2002	2003	Crescimento médio anual
Telecomunicações (A)						
Matriculados	N/D	8.868	8.839	12.655	14.978	19%
Concluintes	712	N/D	644	1.091	1.186	14%
TI (B)						
Matriculados	N/D	133.647	151.139	173.131	193.033	13%
Concluintes	15.920	N/D	17.229	18.854	20.917	7%
Infocomunicações (A+B)						
Matriculados	N/D	142.515	159.978	185.786	208.011	13%
Concluintes	16.632	N/D	17.873	19.945	22.103	7%

Fonte: elaborado a partir de dados da base de dados Edudata Brasil (INEP/Ministério da Educação).

Tabela II.4: Matriculados e concluintes em ensino superior por ano

Em 2003, havia 208 mil alunos matriculados nos referidos cursos, devido a um crescimento médio anual de 13% no número de matriculados. Essa tendência de crescimento positivo no número de matriculados em "infocomunicações" apenas acompanha o crescimento médio anual de matriculados em ensino superior apontado anteriormente, também de 13% (vide Tabela II.3). Em outras palavras, o setor de telecomunicações não tem ganhado importância relativa nos últimos anos, quando comparado aos demais cursos do ensino superior. Isso é preocupante para a atratividade do país nos próximos anos, principalmente quando se leva em consideração que a quantidade de novos profissionais de "infocomunicações" tem tido um crescimento abaixo daqueles 13%. Entre 1999 e 2003, o país formou em torno de 76 mil profissionais de "infocomunicações", resultado de um crescimento médio anual de apenas 7% no número de concluintes, ou seja, pouco mais da metade da taxa de crescimento de matriculados no ensino superior como um todo. Uma hipótese para a pouca importância relativa dos cursos de "infocomunicações" na escolha da carreira dos futuros profissionais do país é a crise global pela qual o setor passou na virada do milênio. Seus reflexos foram sentidos no Brasil também. No período 1999-2003, a indústria brasileira desse setor sofreu uma redução significativa no número de empregados. Em 1999, a indústria local empregava 24,8 mil profissionais, mas em 2003 esse valor passou para 17,2 mil (Telebrasil e Teleco, 2006), representando uma redução de 30% no número de empregados na indústria do setor.

Essa constatação é preocupante, pois existem outros mercados, além das telecomunicações, que demandam esse tipo de mão-de-obra. Trata-se dos setores tradicionais de TI, como computação, análise, integração e manutenção de sistemas, *outsourcing* e automação. Esses setores têm sentido crescimento de demanda de profissionais com conhecimentos em ferramentas de

desenvolvimento de software e a mesma não tem sido suprida pela oferta de gente disponível (Cristoni, 2006). Por exemplo, a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (Softex) estima que haja atualmente uma carência de 20 mil profissionais no setor de software (Computerworld, 2007), enquanto a Associação Brasileira das Empresas de Software e Serviços para Exportação (Brasscom) estima uma demanda de 100 mil profissionais nos próximos quatro anos (Fuoco, 2007). Isso significa que apenas uma parcela daquele universo de novos profissionais poderia ser absorvida de fato pelas empresas de telecomunicações.

Em suma, além do limitante geral apontado anteriormente – baixa proporção da população com acesso ao ensino superior e baixa proporção dos cursos de C&E – há um limitante específico que é a quantidade de cursos e alunos – futuros profissionais do setor – com atributos próximos à base de conhecimento das telecomunicações. Os dados indicam que o crescimento da oferta de mão-de-obra relevante para o setor está abaixo do crescimento da oferta oriunda do ensino superior como um todo, mostrando que as "infocomunicações" têm perdido importância relativa na escolha da carreira dos futuros profissionais do país, possivelmente devido à percepção dos jovens de que esse setor está em crise. Além disso, as empresas de telecomunicações concorrem em mão-de-obra com a própria demanda dos setores tradicionais de TI, setor este que já aponta para carências na oferta de mão-de-obra qualificada.

O segundo limitante específico diz respeito à qualidade da mão-de-obra ofertada pelo Brasil. Aqui reside um problema maior para a atratividade do país, uma vez que não basta apenas ofertar formandos em cursos superiores relevantes para as telecomunicações. A oferta precisa contemplar características que demonstrem que ela possui qualidades para o desempenho de atividades de P&D. Parte-se aqui para a identificação de alguns elementos que permitam qualificar a mão-de-obra oriunda das instituições de ensino superior brasileiras e também da percepção dos atores do setor quanto à qualidade da mão-de-obra disponível, a partir de dados da PINTEC, do Ministério da Educação e da imprensa especializada no setor.

A qualificação da mão-de-obra pode ser feita a partir de informações acerca da distribuição dos cursos e sua comparação com a evolução da base de conhecimento do setor, da qualidade da mão-de-obra formada pelas instituições de ensino e da localização destas.

Em termos de localização, a maioria dos novos profissionais está concentrada em instituições de ensino das regiões Sul e Sudeste. Cerca de 80% dos formados em "infocomunicações" no período

1999-2003 são provenientes dessas regiões. Já para os matriculados, essa proporção é de 76%. Isto quer dizer que a oferta de mão-de-obra reside em grande parte nas regiões do país que abrigam a maior parte das subsidiárias das empresas multinacionais de telecomunicações.

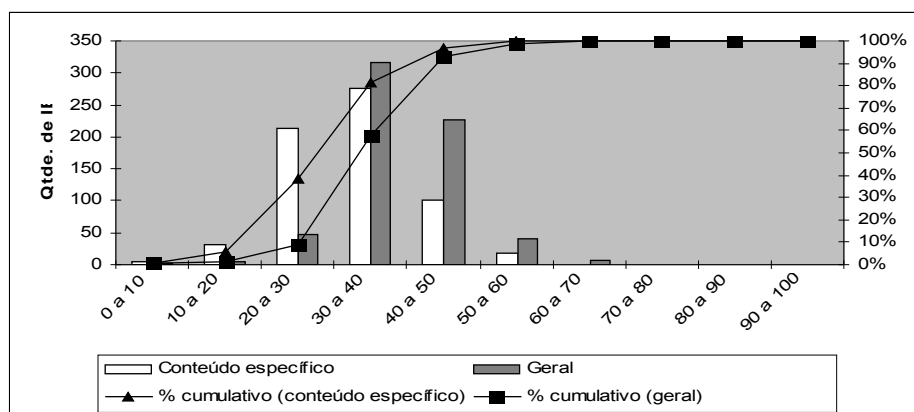
Em termos da distribuição dos cursos em termos de área de conhecimento, nota-se que o grupo de cursos mais relacionados com TI responde por 93% dos 230 mil graduados ou futuros graduados do setor em 2003. Conforme citado no capítulo anterior, a convergência tecnológica implica a agregação cada vez maior de disciplinas relacionadas à TI às telecomunicações, perfazendo assim as "infocomunicações". Uma vez que a evolução da base de conhecimento do setor tem levado à agregação de disciplinas oriundas da TI, esse indicador mostra que o país parece estar alinhado a essa evolução, o que por sua vez pode melhorar a conceituação do Brasil enquanto celeiro de profissionais qualificados. No entanto, a qualidade da mão-de-obra oriunda das instituições de ensino parece ser um limitante para a atratividade do Brasil nesse quesito.

A percepção dos atores indica haver alguns problemas da mão-de-obra local. Segundo a PINTEC de 2003, 56% das empresas do setor de telecomunicações que não inovaram neste período e 53% das empresas do setor de TI que inovaram no mesmo período apontaram a falta de pessoal qualificado como um problema de alta ou média importância. Um estudo da Booz Allen Hamilton (Fusco, 2007) insinua que os projetos de *offshore* para a América Latina estão mais centrados no baixo custo do que na capacitação dos profissionais da região. Informações como essa levantam dúvidas acerca da capacidade do Brasil de atender um possível aumento de demanda de pessoal qualificado advindo de novos investimentos em P&D no país, principalmente por parte das empresas que ainda não o fazem. Segundo estudo da Brasscom (2005), o tamanho do conjunto de recursos humanos especializados em software é limitado e os novos entrantes nesse conjunto têm qualidade moderada.

A qualificação tecnológica não é a única apontada como um problema. A necessidade de domínio, no mínimo, do inglês também é considerada fundamental (Cristoni, 2006). A falta de proficiência em inglês, especialmente para os termos de tecnologia e de negócios, é apontada com um grande problema para o Brasil na atração de investimentos voltados em desenvolvimento de software (Cherobino, 2007). Nesse ponto, a Índia possui uma grande vantagem, uma vez que possui a segunda maior população de indivíduos que falam inglês no mundo, graças ao fato desta ser a segunda língua oficial do país (Moreira, 2006). Já Tigre e Marques (2006) afirmam que,

embora a pouca disponibilidade de mão-de-obra com inglês fluente seja um entrave, algumas empresas utilizam o país para atender o mercado latino-americano e alguns clientes nos EUA e Europa.

Pode-se constatar que, de forma geral, a percepção dos atores é a de que há carência no país em termos de quantidade de mão-de-obra qualificada. Essa carência parece ser alimentada pela pequena quantidade de profissionais formados nas instituições de ensino superior. Mais do que isso, há indícios de que a qualidade média dos alunos formados é baixa. Os resultados de um exame aplicado pelo Ministério da Educação nos alunos de instituições de ensino superior (IES), provenientes de cursos que guardam relação com a base de conhecimento do setor⁸, mostra que a qualificação dos novos profissionais é preocupante (Gráfico II.1)⁹.



Fonte: ENADE2005/INEP/Ministério da Educação.

Gráfico II.1: Distribuição da média dos alunos de IES nos conteúdos geral e específico

A grande maioria dos cursos pesquisados (93%) teve média geral abaixo de 50. Separando-se apenas a prova de conhecimento específico, esse percentual sobe para 97%, ou seja, quando se leva em consideração apenas a base de conhecimento do setor, o resultado é ainda pior. Apenas um curso, o de engenharia de computação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), apresentou média superior a 6 na prova de conhecimentos específicos.

Concluindo, este item procurou demonstrar que o Brasil está situado numa posição intermediária

8 Os cursos que participaram do ENADE2005 são Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia da Computação, Engenharia Eletrônica e Engenharia de Telecomunicações.

9 Esse exame do Ministério da Educação não teve a participação de algumas universidades importantes, como USP e UNICAMP. Apesar disso, o ponto que se deseja ilustrar, isto é, a baixa qualificação *média* dos formandos em cursos do setor, mantém-se válido.

ante seus concorrentes em termos de oferta de mão-de-obra qualificada para o setor de telecomunicações. China e Índia destacam-se dos demais países pela numerosa população que dispõem. Apesar do Brasil também possuir população numerosa, situa-se num segundo escalão devido a alguns fatores limitantes. Um limitante geral é o baixo índice de acesso ao ensino superior por parte da população e a baixa participação dos cursos de C&E. Um limitante específico desponta quando são levados em consideração os cursos de C&E mais relevantes para a base de conhecimento de setor de telecomunicações. Esses não tem ganhado importância relativa nos últimos anos, isto é, a taxa de crescimento de novos profissionais oriundos desses cursos é mais baixa do que a taxa de crescimento do ensino superior como um todo, considerando todas as disciplinas de todos os campos científicos. Isso quer dizer que as "infocomunicações" parecem estar perdendo importância relativa na escolha de carreira a ser seguida pelos futuros profissionais do país. Essa constatação é ainda mais preocupante quando se leva em consideração que o setor de telecomunicações concorre com o setor de TI em termos de mão-de-obra e este último já apresenta carência de mão-de-obra qualificada. Um segundo limitante específico diz respeito à qualidade da mão-de-obra formada pelas instituições de ensino superior. Apesar das regiões Sul e Sudeste abrigarem grande parte dessas instituições – o que facilita o acesso à nova mão-de-obra por parte das subsidiárias das empresas multinacionais do setor – e os cursos de TI estarem ganhando importância dentro do universo de cursos de "infocomunicações – o que mostra que o Brasil está alinhado com a evolução da base de conhecimento do setor – o Brasil apresenta carências na qualificação da sua oferta de mão-de-obra, as quais são apontadas pelos agentes do setor, tanto em termos técnicos, quanto na proficiência em língua inglesa.

Em suma, a posição intermediária que o Brasil assume nesse fator de atração de investimentos em P&D poderá ser melhorada, caso sejam levados em consideração os fatores gerais e específicos ao setor que limitam a oferta de mão-de-obra em termos de quantidade e qualidade. A oferta potencial de recursos humanos, medida pela população com idade escolar, sofre uma grande filtragem devido a esses limitantes, diminuindo em muito a real oferta desse insumo de P&D (Figura II.1).

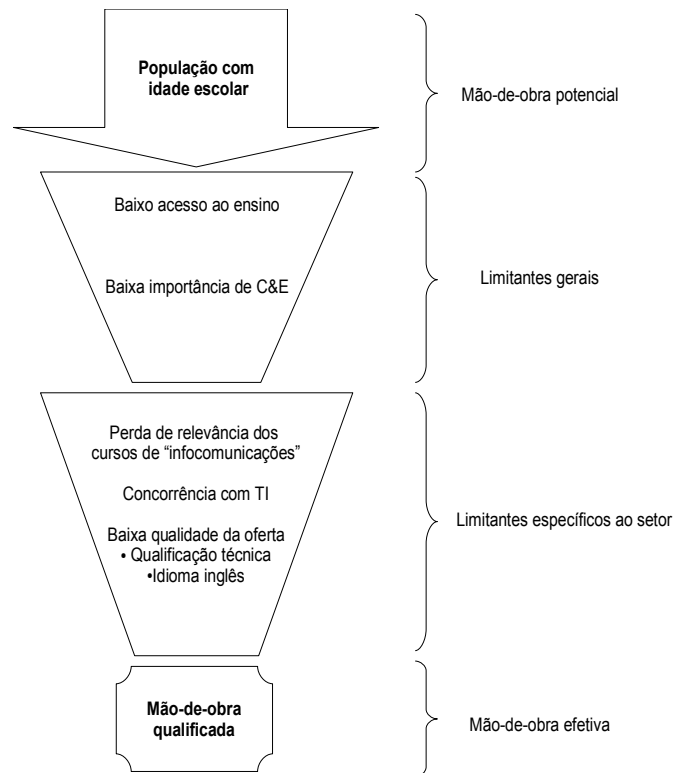


Figura II.1: Limitantes da oferta de mão-de-obra qualificada

Oferta de instituições para realização de parcerias em P&D

De acordo com Blomqvist e Kyläheiko (2000), a convergência entre telecomunicações e tecnologia da informação criou novas áreas de negócio potenciais, nas quais o conhecimento de diferentes agentes se torna necessário para a realização de atividades inovativas. Para os autores, a grande empresa multinacional de telecomunicações é motivada pela possibilidade de ganhar "capacidades dinâmicas"¹⁰ através de ligações com parceiros externos via uma estrutura em rede. No Brasil, as empresas ou institutos externos à firma foram considerados os principais responsáveis pelo desenvolvimento de produto em 22% das empresas que implementaram inovações no setor de telecomunicações entre 2000 e 2003, seja via contratação direta, seja via cooperação¹¹. Esse percentual é muito superior à média de 8% das indústrias extrativas e de transformação brasileiras no mesmo período. Não por acaso, a aquisição externa de P&D é

¹⁰ Do original em inglês *dynamic capabilities*.

¹¹ Dados oriundos da PINTEC de 2000 e 2003, considerando a seção 32.2 do CNAE (fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações).

considerada de alta ou média importância por quase um quinto das empresas inovadoras do setor (18,5%), enquanto a média das indústrias é de apenas 4,6%. Entretanto, esses índices mostram que existem limitantes a uma maior participação das instituições extra-firma nas atividades de inovação no Brasil.

Ainda dentro de uma dimensão do sistema setorial – *insumos* – a oferta de instituições para realização de parcerias em P&D deve ser analisada a partir de suas ligações e complementaridades dinâmicas com o tipo e estrutura das interações entre firmas. Nesse sentido, esse insumo toca outra dimensão do sistema setorial de telecomunicações, mais especificamente a *interação entre as empresas e outras instituições*¹² para a realização de atividades de P&D. Além disso, também toca uma outra dimensão do sistema setorial, ou seja, a *base de conhecimento do setor*, mais especificamente os campos científicos e tecnológicos específicos ao mesmo.

Neste item, a unidade de análise são as instituições locais para realização de parcerias em P&D, escolhida com o intuito de se verificar as possibilidades de cooperação com universidades e centros de pesquisa. A análise parte do levantamento dos grupos de pesquisa nas universidades e institutos de pesquisa do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Em seguida, apresenta evidências empíricas da existência de parcerias entre as subsidiárias instaladas no Brasil e as instituições locais, bem como de seu conteúdo (tipo de P&D realizada em parceria). Essa identificação é feita com dados da PINTEC, de artigos acadêmicos e da imprensa especializada no setor. Finalmente, a atratividade do Brasil nesse quesito é discutida a partir das informações obtidas e da percepção dos atores do setor quanto à qualidade das parcerias realizadas com as instituições locais.

A análise da oferta de parcerias para P&D requer uma avaliação da capacitação das instituições nas áreas pertinentes para o setor. Para tanto, são apresentados os resultados de duas recentes pesquisas realizadas pela UNICAMP em parceria com o CPqD, ambas com o objetivo de realizar um levantamento das competências locais em diversas áreas tecnológicas do setor de telecomunicações, a partir de dados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq e pesquisas

12 Os agentes heterogêneos conectam-se entre si através de relacionamentos mercadológicos e não-mercadológicos.

A abordagem de sistemas setoriais considera que os tipos e estruturas de relacionamentos e redes diferem de setor para setor, como consequência das características da base de conhecimento, dos processos de aprendizado relevantes, das tecnologias básicas, das características da demanda e das ligações e complementaridades dinâmicas (Malerba, 2002).

presenciais.

A primeira dessas pesquisas¹³ apresenta um foco mais abrangente em termos de campos científicos e tecnológicos levantandos, uma vez que traz informações de grupos e instituições de pesquisa nas áreas básicas de conhecimento e nas engenharias em geral. As áreas básicas de conhecimento consideradas são Astronomia, Física, Geociências, Matemática, Probabilidade e Estatística e Química. Tais campos são importante fonte de conhecimentos utilizados em pesquisa básica e aplicada no setor de telecomunicações, principalmente Física, Matemática e Química, que juntos representam 50% dos 48 grupos de pesquisa e 35% dos 480 mestres e doutores. Nota-se que há uma forte concentração da capacitação nas áreas básicas nas regiões Sul e Sudeste, as quais agregam 73% do total de grupos de pesquisa e 82% dos mestres e doutores. Além disso, metade desses grupos de pesquisa já existe há pelo menos 10 anos e é a última década a que vêm apresentando maior concentração no surgimento de novos grupos (Gráfico II.2). Essa observação indica que há uma razoável solidez na base de conhecimento ao longo do tempo, ao mesmo tempo que aponta para uma tendência de sustentação da mesma, haja vista a aceleração na formação de novos grupos nos últimos anos. No que concerne as engenharias, pode-se verificar comportamento similar nos campos mais importantes para as telecomunicações. Ao todo são 386 grupos de pesquisa e 4.662 mestres e doutores, dentre os quais 277 grupos (72%) e 3.208 mestres e doutores (69%) estão concentrados nos institutos de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, os quais são os que guardam relação mais estreita com o setor de telecomunicações. Assim como nas áreas básicas, a competência nas engenharias está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, com 77% dos grupos de pesquisa e 81% dos mestres e doutores. Além disso, grande parte dos grupos tem surgido na última década, com 66% dos grupos com idade até 10 anos, e novamente há uma tendência de crescimento na quantidade de novos grupos nos últimos anos (Gráfico II.2).

13 Pesquisa intitulada "Prospecção Tecnológica em Telecomunicações: Cenários Políticos Alternativos", realizada via parceria entre Fundação CPqD e Instituto de Geociências da UNICAMP, no âmbito do Projeto Cenários Tecnológicos de Telecomunicações e financiada com recursos do FUNTTEL.

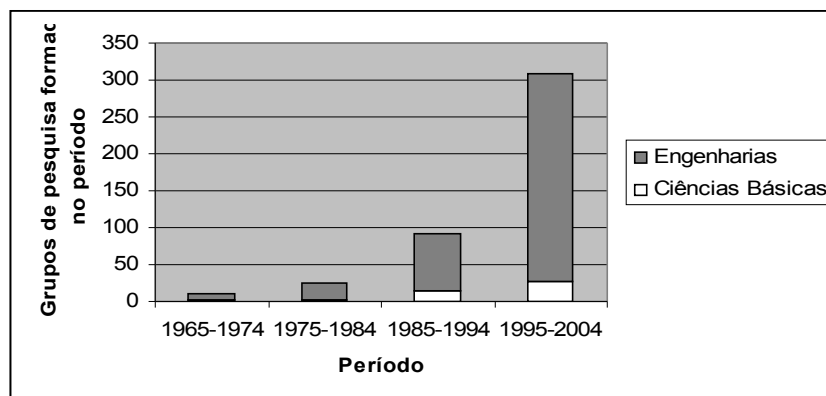


Gráfico II.2: Evolução da oferta de grupos de pesquisa segundo ano de formação

As informações existentes naquela pesquisa proporcionam uma visão abrangente do potencial do país, enquanto fonte de insumos para as atividades de P&D do setor, uma vez que esses insumos podem ser vistos como horizontais, ou seja, não necessariamente estão capacitados para desempenhar atividades de P&D específicas ao setor. Logo, é importante analisar em maior detalhes se aqueles insumos que possuem relação mais estreita com as telecomunicações, como Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, são realmente utilizados em atividades relevantes para as atuais competências necessárias às atividades de P&D do setor. Isso é feito a seguir com os dados da segunda pesquisa mencionada anteriormente, a qual é mais focada no setor de telecomunicações.

A partir do levantamento da segunda pesquisa¹⁴, é possível apresentar um exemplo da capacitação de recursos humanos e de desenvolvimento tecnológico na área de telecomunicações no Brasil, no caso a área de comunicações sem fio. Esse é um exemplo interessante e serve de *proxy* para a capacitação brasileira no setor como um todo. Isso porque a cadeia de valor dessa área envolve um conjunto de competências, tanto em hardware quanto em software, oriundas de bases de conhecimento de diversas áreas dentro das "infocomunicações". Tal conjunto engloba o desenvolvimento de aplicações de software embarcado e da arquitetura de sistemas de comunicação, e a concepção e projeto de *chipsets*, guardando estreita relação com a cadeia de valor de comunicações sem fio, como: camada física e de enlace; arquitetura, dimensionamento e gerência de redes; e desenvolvimento de aplicações (UNICAMP, 2006, p. 15).

¹⁴ Pesquisa intitulada "Subsídio ao Plano de Desenvolvimento Industrial do Ministério das Comunicações", realizada via parceria entre Fundação CPqD e Institutos de Economia da UNICAMP e UFRJ, no âmbito do Projeto Cenários Tecnológicos de Telecomunicações e financiada com recursos do FUNTTEL.

Esse estudo identificou trinta e cinco instituições públicas e privadas que atuam na formação de recursos humanos e em linhas de pesquisa associadas à área de comunicações sem fio. Verificou-se que há competência em hardware e software em todas as etapas da cadeia de valor apontada acima.

Vale alertar que a maior parte, vinte e seis, está localizada nas regiões Sudeste e Sul, onde estão situadas as principais subsidiárias das empresas de telecomunicações no Brasil. Tal alerta é pertinente, pois isso implica maior facilidade de interação entre as instituições e essas empresas. Por exemplo, a UNICAMP, localizada em Campinas-SP, mantém vários projetos de pesquisa em telecomunicações em parceria com instituições como o CPqD e as multinacionais Ericsson, Motorola e Nortel, todas também localizadas nas imediações de Campinas. Dos onze departamentos da sua Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, no mínimo cinco possuem capacitação na área de telecomunicações. Já o INATEL, no sul de Minas Gerais, realiza cursos de formação demandados pelas subsidiárias de multinacionais, como Nortel, Siemens e Ericsson, bem como possui centro de desenvolvimento de softwares de aplicações com certificação CMM nível 2 em parceria com essas e outras subsidiárias.

Outro ponto que merece destaque nesse estudo, é a constatada importância dos centros de pesquisa locais externos às universidades, como CPqD, CEITEC e CENPRA, os quais desenvolvem programas de pesquisa e formação de recursos humanos em informática, telecomunicações e microeletrônica. O CPqD, por exemplo, possui programas em diversas áreas das telecomunicações, como optoeletrônica, softwares de suporte à operação e comunicações sem fio. Essa característica multidisciplinar dos centros de pesquisa também pode ser vista nas universidades, como no CETUC da PUC-RJ, que conta com grupos de pesquisa nas áreas de antenas, sistemas ópticos e microondas, optoeletrônica e instrumentação.

Os dados das duas pesquisas indicam que o Brasil possui uma base de competências razoável em termos de oferta de recursos humanos em grupos de pesquisa relevantes para uma potencial utilização como recursos de P&D por parte das subsidiárias de empresas multinacionais de telecomunicações. Há concentração de recursos nos campos científicos e tecnológicos mais próximos da base de conhecimento do setor, bem como nas regiões do país onde estão localizadas tais empresas. O conjunto de competências existente no país engloba inúmeras áreas tecnológicas aplicáveis ao desenvolvimento de hardware e software, por exemplo, em

comunicações sem fio e optoeletrônica. Além disso, nota-se que existe um núcleo sólido de grupos de pesquisa formados há mais de 10 anos e uma tendência de sustentação da base de conhecimento pela crescente formação de novos grupos nos últimos anos.

Uma vez mapeada a oferta de insumos para a realização de parcerias de P&D, a partir deste ponto são apresentadas algumas evidências empíricas da existência de parcerias entre as subsidiárias instaladas no Brasil e as instituições locais, bem como de seu conteúdo.

Segundo dados da PINTEC de 2003¹⁵, as universidades e centros de competência estão presentes em 84% das parcerias realizadas no setor de telecomunicações entre 2001 e 2003. Ao mesmo tempo, essas parcerias são em grande parte voltadas para atividades de P&D e ensaios para testes de produto, uma vez que 71% dessas parcerias têm este objetivo.

A segunda pesquisa mencionada acima já apresenta algumas evidências empíricas, mais especificamente as parcerias realizadas pela UNICAMP e pelo INATEL. Além dessas, a pesquisa bibliográfica desta dissertação identificou outras parcerias, envolvendo Motorola, Nokia, Siemens, Ericsson, Samsung e Alcatel-Lucent. Algumas já foram apresentadas na Seção II.I, como as parcerias da Nokia com a Brisa e da LG com o LSI. A seguir, são apresentadas algumas evidências empíricas acerca do conteúdo das parcerias realizadas entre subsidiárias e instituições brasileiras.

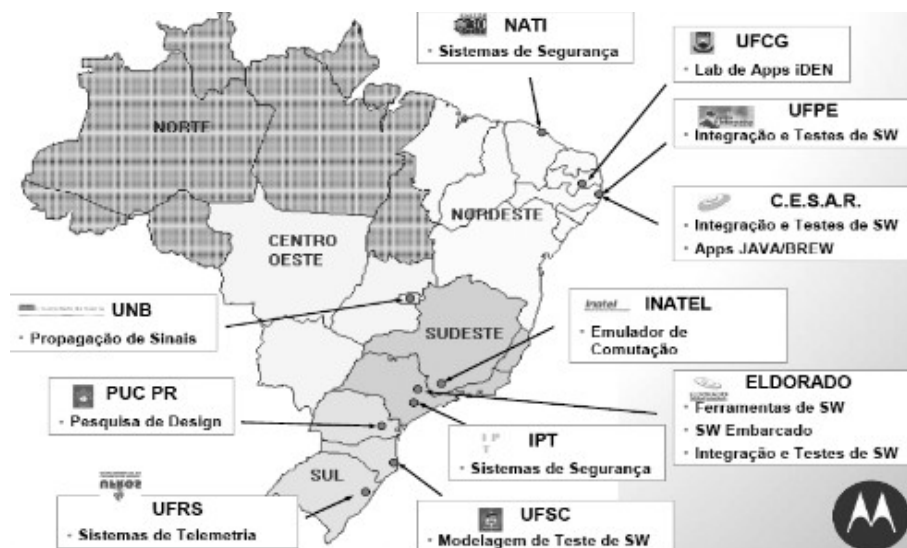
Conforme já mencionado na Seção II.I, a unidade de P&D da subsidiária brasileira da Ericsson é responsável pela coordenação de pesquisa realizada por universidades e outras instituições parceiras (Souza e Vasconcellos, 2003). Em 2000, a empresa assinou diversos convênios em São Paulo (USP, UNICAMP, UNIVAP, CPqD), Rio de Janeiro (PUC-RJ), Pernambuco (UFPE), Alagoas (UFAL), Ceará (UFCE) e Rio Grande do Sul (UFRS). Em 2003, a empresa possuía trinta e quatro projetos em andamento. A ênfase das pesquisas em parceria reside na área de comunicação de dados móveis de alta velocidade – sistemas celulares de terceira geração – Internet, sistemas de comunicação ópticos, reconhecimento de voz e segurança na comunicação de dados. Dentre essas, a área de comunicação óptica é ressaltada como aquela em que há grande competência nas universidades brasileiras. Aliás, é exatamente a busca de competências já existentes nas universidades o principal motivador do conteúdo das parcerias realizadas pela Ericsson. A partir de entrevistas realizadas com executivos da unidade de P&D da Ericsson,

15 Seção 32.2 do CNAE (fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações).

Souza e Vasconcellos identificaram que a pesquisa realizada com as instituições parcerias não se refere a nenhum produto específico. Seus projetos duram entre um e dois anos e após seu término são utilizados pela empresa no que os entrevistados chamam de pré-desenvolvimento ou testes.

Na Alcatel-Lucent, uma das atividades de P&D identificada na Seção II.I é realizada em parceria com a UNICAMP, mais especificamente a pesquisa por soluções de segurança de rede, utilizando para tal pesquisadores da universidade especialistas em desenvolvimento de software para essa área. Não foram encontradas outras evidências empíricas sobre parcerias entre Lucent e universidades ou outros centros.

A subsidiária brasileira da Motorola possui uma estratégia de longo prazo em termos de parcerias com instituições locais. A unidade em Jaguariúna mantém parcerias com INATEL, IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), USP e PUC-PR voltadas à área de infra-estrutura de telecomunicações (CEDET, 2005). Os projetos dessa unidade envolvem desenvolvimento de aplicações e serviços para operadoras móveis e fixas e a criação de facilidades e recursos para a plataforma *softswitch*. Em Recife, a unidade de P&D da Motorola é um dos pólos mundiais de desenvolvimento e mantém projetos de longo prazo com o Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (CESAR), voltados à criação de plataformas de testes de software para celulares, projetos de telefone celular TDMA e jogos. Parte das ações da empresa envolve cursos de mestrado e doutorado vinculados à UFPE (Borges, 2006; O Estado de São Paulo, 2006). A Figura II.2 ilustra a rede de parcerias montadas pela Motorola, na qual se nota claramente o foco em desenvolvimento de software e processos de teste. Assim como a Motorola, a Samsung também mantém parceria com o CESAR para o desenvolvimento de software embarcado em telefones celulares (Porto Digital, 2007).



Fonte: figura extraída de Soboll (2006).

Figura II.2: Parcerias da Motorola em P&D (2002-2005)

O foco de P&D da subsidiária brasileira da Nokia no desenvolvimento de soluções para aplicação em redes sem fio se estende às suas parcerias tecnológicas. A empresa possui parcerias com CESAR, UFCG, UFRJ, USP, UFMG, UECE, FUCAPI, INATEL, UFAM e Laboratório Nacional de Luz Sincrotron (Campinas). Por exemplo, seu projeto em parceria com a UFRJ focou metodologias genéricas de QoS (qualidade de serviço) utilizadas em redes de telefonia celular de segunda geração (2G) (Feitoza, 2006). Sua parceria com o CESAR é dedicada à criação de aplicativos em plataformas de código aberto, como Linux e Java. O objetivo dessa iniciativa é tornar o Brasil um ponto de referência no desenvolvimento de aplicativos para *smartphones*¹⁶ (Porto Digital, 2007).

O centro de P&D da Siemens em Curitiba mantém parcerias com instituições de pesquisas, escolas técnicas e universidades espalhadas em todas as regiões do País, com as quais muitos projetos são desenvolvidos, não só para telefonia fixa, como também para o segmento de telefonia móvel (Siemens, 2003c). Para equacionar e agilizar essa procura por conhecimento externo, a empresa desenvolveu um novo sistema, denominado "Portal de Tecnologia", que permite a um departamento de uma universidade, um instituto de pesquisa, uma empresa de base tecnológica ou um inventor ingressar com suas competências tecnológicas ou propostas de projetos tecnológicos (Dauscha, 2004). O centro de P&D da Siemens em Manaus é voltado ao desenvolvimento de software para aparelhos celulares e mantém parcerias com a Fundação

¹⁶ Dispositivos que combinam funções de telefone celular e computador de mão.

Desembargador Paulo Feitoza (FPF) o Instituto de Tecnologia Genius, a Fundação Fucapi e a Certi Amazônia. A FPF, por exemplo, participou de parceria para desenvolver o software de um aparelho celular multimídia, denominado SX1 (Siemens, 2004).

As evidências empíricas acerca da existência de parcerias entre subsidiárias e instituições locais, bem como de seu conteúdo tecnológico, indicam que as mesmas estão geralmente voltadas a atividades complementares necessárias ao desenvolvimento de produto (o "D" da P&D), com grande foco em campos tecnológicos fortemente dependentes de conhecimentos em software. Há evidências também de algumas parcerias voltadas à pesquisa aplicada, como na área de aparelhos celulares e comunicações ópticas, quando os ativos tecnológicos necessários à pesquisa local são encontrados apenas fora da empresa. No entanto, não foram constatadas evidências de atividades de pesquisa básica. Essas informações corroboram as conclusões de outros estudos sobre as parcerias entre empresas de telecomunicações e instituições de pesquisa. Segundo Porto, Prado e Plonski (2003), a maior parte dos projetos que envolvem interação universidade-empresa está direcionada à adaptação de produtos e pouquíssimo à pesquisa básica e aplicada. Essas são de natureza restrita (ibid) e esporádica (Galina, 2003b).

Em suma, a oferta brasileira de instituições para realização de parcerias em P&D, aqui medida em termos da quantidade de universidades e institutos de pesquisa, e seus respectivos grupos de pesquisa e recursos humanos, pode ser considerada atraente. Dentre os motivadores para a realização de parcerias com universidades, apontados pelas subsidiárias do setor, estão a busca de mão-de-obra não disponível dentro da empresa, a utilização de equipamentos dos institutos e o menor custo de desenvolvimento nestas instituições (Brasil, 2005). Isso porque existe um núcleo sólido de insumos capacitados em campos científicos e tecnológicos próximos à base de conhecimento do setor e nas regiões do país onde estão localizadas as empresas do setor. No entanto, a oferta de insumos existente nas universidades e outras instituições parece ser maior do que a demanda proveniente das subsidiárias. Enquanto essas fontes externas de atividades de P&D possuem capacitação em diversos campos tecnológicos do setor de telecomunicações, conforme visto nas pesquisas citadas, sua maioria é aproveitada em apenas alguns nichos de atividades de P&D, como desenvolvimento de software e plataformas de teste, conforme constatado pelas evidências empíricas. No início do presente item foi citado que menos de um quinto das empresas inovadoras do setor consideram a aquisição externa de P&D um elemento de alta ou média importância. Os dados da PINTEC também mostram que as parcerias com

universidades e outros centros de competência são consideradas como de alta importância por menos da metade das empresas que mantiveram relação de parceria entre 2001 e 2003¹⁷. Logo, parecem haver limitantes a uma maior interação entre as empresas e as potenciais instituições parceiras.

Um dos fatores limitantes guarda relação com as motivações estratégicas das subsidiárias. Quando se compara as evidências empíricas das atividades de P&D realizadas internamente pelas subsidiárias brasileiras, apresentadas na seção anterior, e as evidências empíricas das parcerias de P&D entre essas empresas e as instituições externas, apresentadas no presente item, constata-se que as subsidiárias utilizam parcerias com instituições locais dentro de suas estratégias de P&D, e seu conteúdo está diretamente relacionado às atividades tecnológicas realizadas no país. Uma vez que essas atividades têm como foco o desenvolvimento de software e a adaptação de produtos, as instituições locais também são utilizadas em complemento a essas mesmas atividades. Dessa forma, as universidades e outras instituições de pesquisa no país não apresentam grande inserção em atividades tecnológicas orientadas à pesquisa básica e aplicada ou ao desenvolvimento de hardware, as quais são realizadas em outros países, apesar da capacitação para tal existir nas instituições brasileiras. Em outras palavras, a oferta de instituições para a realização de parceria é limitada por um fator *interno* à firma: a estratégia de P&D da subsidiária.

Um outro fator limitante, porém *externo*, surge quando a interação entre universidade e empresa passa a ser vista como peça de um sistema de inovação, mais especificamente um subsistema de troca de conhecimento (Rapini e Righi, 2006). Nesse sentido, a contribuição das universidades para o crescimento do conhecimento passa a ser maior quando elas são capazes de assistir diretamente as necessidades de mudanças do setor industrial e quando as empresas desenvolvem as competências necessárias à absorção do conhecimento gerado pelas universidades (Rosenberg e Nelson, 1994). Dessa forma, as deficiências na relação universidade-empresa podem ser vistas como fruto de lacunas presentes no próprio Sistema de Inovação brasileiro. O arranjo institucional típico de nações de industrialização avançada, como EUA, União Européia e Japão, é conformado de tal maneira que gera fortes "sinais de relevância que levam ao estabelecimento de relações virtuosas entre pesquisa e produção, à inovação nas empresas e à competitividade do país", o que não acontece no Brasil, devido às deficiências de seu arranjo (Dagnino, 2004). As

¹⁷ Dados oriundos da PINTEC 2000 e PINTEC 2003, considerando a seção 32.2 do CNAE (fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações).

ineficiências e fragilidades das interações entre universidade e empresa no Brasil são oriundas de diversos problemas, como "baixo conteúdo científico e curto prazo requerido para as soluções industriais que não estimula os contratantes a investirem em C&T", "ausência de interlocutores adequados nas empresas dificultando a comunicação", "setor produtivo pouco inovativo", "ausência de instrumentos adequados nas universidades para a comercialização de tecnologia e pouca flexibilidade das instituições de C&T" (Rapini, 2004). Por exemplo, dificuldades provenientes de questões relacionadas à propriedade intelectual e a apropriação dos resultados provenientes de projetos conjuntos podem desestimular a interação entre esses atores. Tais problemas ganham novas proporções quando é levada em consideração a própria dinâmica do setor de telecomunicações. Conforme alertado no Capítulo I, o setor é marcado por um grande processo de mudança na base de conhecimento utilizada nas suas atividades de inovação e por ciclos de inovação curtos, características estas que exigem forte capacidade de adaptação das universidades e subsidiárias brasileiras, de forma a gerar "sinais de relevância".

Uma faceta dos problemas da interação universidade-empresa é oriunda de diferenças entre universidades e empresas em termos de cultura organizacional. Historicamente, esses dois tipos de instituição apresentam distanciamento, no entanto, as universidades – originalmente criadas para atender demandas do Estado – têm se aproximado do setor produtivo através de pesquisas encomendadas e programas de formação de profissionais (Souza, 2000). Essa aproximação coloca frente à frente diferentes atores que possuem seus próprios critérios para a implementação das ações necessárias ao andamento de uma parceria. Em outras palavras, a "interação universidade-empresa é um processo complexo que envolve diferentes lógicas, desenvolvendo-se em referenciais distintos" (ibid). Essas dificuldades se evidenciam em algumas fontes que retratam a percepção dos atores industriais quanto à qualidade das parcerias realizadas com as instituições locais. As subsidiárias do setor de telecomunicações indicam duas dificuldades para a realização de parcerias com instituições locais: problemas na negociação oriundas de práticas que são consideradas burocráticas pelas firmas e característica demasiadamente acadêmica das instituições parceiras, fruto da "falta de experiência em trabalhar com empresas" (Brasil, 2005). A Motorola, por exemplo, considera a relação com as universidades como o maior problema em algumas atividades de P&D local. Segundo relato recente de uma executiva da área de P&D da empresa, as universidades possuem uma "agenda própria" (Angerami e Martins, 2007).

Parecem haver, portanto, problemas na interação entre as instituições e as subsidiárias que

acabam por impedir a proliferação de mais parcerias. A existência de críticas por parte das subsidiárias e a ausência de parcerias voltadas a atividades que utilizem todo o leque de competências existente nas universidades mostram que há problemas nessa interação universidade-empresa que merece maior estudo. Uma vez que a Lei de Informática – que obriga a formação de acordos entre universidade e empresa – é também apontada como um dos motivadores das parcerias (Brasil, 2005), surgem dúvidas se tais se manteriam no mesmo nível de intensidade e qualidade caso essa lei não existisse, ainda mais se considerarmos que as empresas do setor investem em média 5,3% do seu faturamento bruto com atividades tecnológicas, valor esse muito próximo da obrigação mínima da referida lei (Porto, Prado e Plonski, 2003).

Pode-se concluir que, apesar da oferta deste insumo ser ampla, existem alguns elementos que limitam a participação das instituições locais em acordos de parcerias com subsidiárias brasileiras. Um deles, de caráter interno à firma, diz respeito às motivações estratégicas das subsidiárias. As evidências empíricas mostram que, mesmo havendo capacitação técnica nas instituições locais, o conteúdo das atividades de P&D realizadas em parceria é apenas uma extensão das atividades já realizadas dentro das subsidiárias brasileiras, ou seja, as instituições locais não se inserem em atividades tecnológicas orientadas à pesquisa básica e aplicada ou ao desenvolvimento de hardware, atividades estas geralmente realizadas em outros países. Há outro fator limitante, de caráter externo à firma, que está ligado a problemas na interação entre as subsidiárias e as instituições locais (Figura II.3).

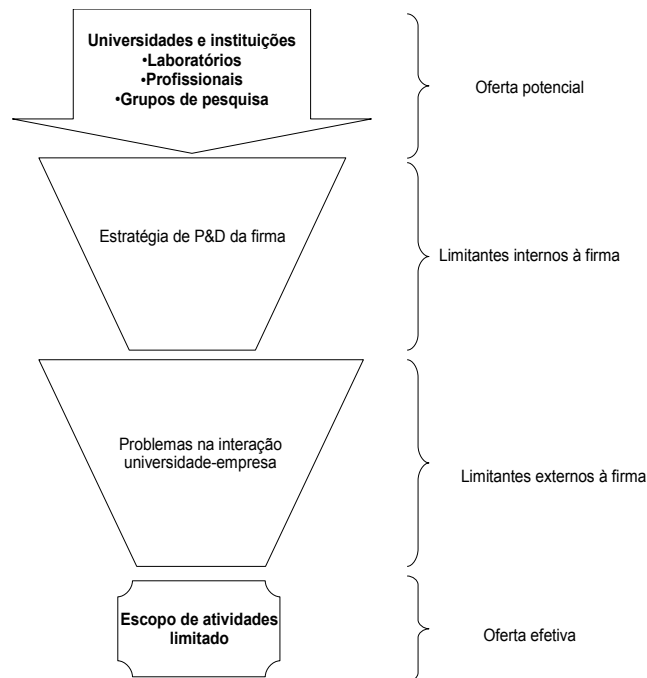


Figura II.3: Limitantes da oferta de instituições para realização de parcerias em P&D

Custo de mão-de-obra qualificada

Os fatores de insumo das atividades de P&D são compostos pelo pessoal técnico, equipamento e instalações (Chiesa, 1995 e 2001; Zedtwitz e Gassmann, 2002). Seus respectivos custos determinam a atratividade de determinado país e são considerados um dos fatores na escolha das localidades com potencial para receber investimentos em P&D (Thursby e Thursby, 2006). No âmbito de uma das dimensões dos Sistemas Setoriais – tecnologias básicas, insumos e demanda com ligações importantes e complementaridades dinâmicas – a mão-de-obra qualificada é aqui analisada enquanto *insumo* do sistema setorial.

Este item foca a discussão no custo da mão-de-obra qualificada do setor de telecomunicações, a partir de um levantamento do valor médio de um profissional do setor e sua comparação com países concorrentes. Para tanto utiliza dados disponíveis na base de dados da Pesquisa Industrial Anual do IBGE, bem como dados secundários em artigos acadêmicos e na imprensa especializada.

Ao longo de quase uma década o salário médio do pessoal ocupado no setor de telecomunicações tem crescido sistematicamente. Analisando especificamente a evolução do salário médio mensal

do pessoal não ligado à produção – o que faz mais sentido para a atividade de P&D – nota-se uma tendência de crescimento do mesmo. Em 1996, este valor era R\$ 2.063, passando para R\$ 5.268 em 2004. No entanto, quando medido em dólares americanos¹⁸, nota-se que na verdade esse indicador sofreu decréscimo no mesmo período de 1996 à 2004. Em 2004, o salário médio do pessoal não ligado à produção era US\$ 1.827, o que representa um decréscimo de 21% ante o valor de US\$ 2.301 de 1994 (Tabela II.5).

Salário médio do pessoal ocupado não ligado à produção	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
R\$/mês	2.063	2.378	2.393	2.807	2.633	3.315	3.389	4.613	5.268
US\$/mês	2.301	2.522	2.309	1.310	1.438	1.246	1.029	1.452	1.827

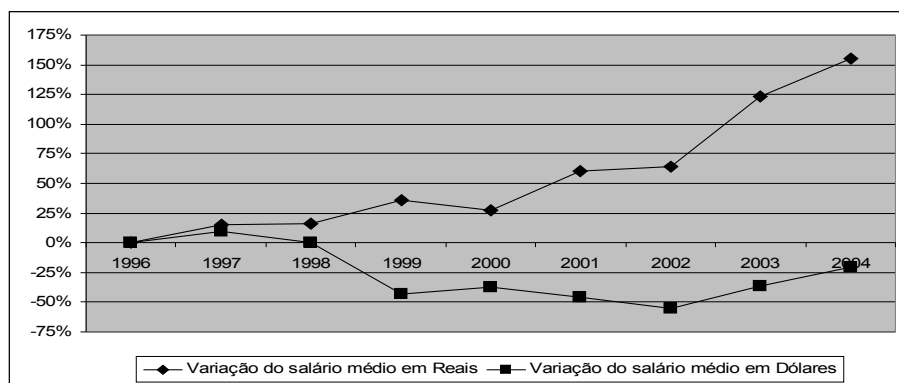
Tabela II.5: Salário médio do setor

A princípio, a redução do salário médio em dólares, poderia indicar uma tendência de aumento da atratividade da mão-de-obra brasileira em termos de custo, no entanto, há dois aspectos que devem ser considerados nesta análise.

Um deles diz respeito à tendência mais recente de aumento dos salários, tanto em reais quanto em dólares, mais especificamente a partir de 2000. Parte desse aumento se deve à variação cambial no período analisado. Em 1996, a cotação do real frente o dólar era 0,90, enquanto em 2004 esta cotação subiu para 2,88. O ano de 2002 marcou o menor valor do salário em dólar, fruto da desvalorização cambial daquele ano, quando no mês de outubro a cotação média daquela moeda chegou a 3,81.

A outra parte desse aumento não se deve à variação cambial, mas sim à valorização dos profissionais do setor. Apesar da influência do câmbio, o crescimento dos valores em reais se demonstra mais acelerado do que a da cotação do câmbio. A variação dos salários em reais no período 1996-2004 foi de 155% positivos, enquanto que quando medida em dólares, esta variação foi de 21% negativos (Gráfico II.3). Se a variação do salário se devesse apenas ao fator cambial, os dois indicadores do gráfico teriam um comportamento simétrico. Entretanto, quando contada a partir de 2000, a variação em reais é de 100% positivos, contra 27% de variação positiva em dólares. Esses dados indicam que os salários dos profissionais brasileiros apresentam uma tendência inflacionária, independente da variação cambial apontada acima. Um possível motivador disso é a própria carência de profissionais qualificados, conforme apontado na análise do item anterior sobre a oferta de mão-de-obra qualificada.

¹⁸ Utilizada a taxa de câmbio efetiva real – IPA-OG (ano base 2000).



Fonte: PIA/IBGE - seção 32.2 do CNAE: fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações.

Gráfico II.3: Variação do salário médio do pessoal ocupado no setor de telecomunicações

O segundo aspecto que merece consideração é o seguinte. Sobre o valor dos salários do setor, ainda há um acréscimo de 34%, referente aos encargos sociais e benefícios pagos aos profissionais, segundo dados da Pesquisa Industrial Anual do IBGE.

Para verificar se os salários dos profissionais brasileiros colocam o país em posição de vantagem ou desvantagem quando comparado com seus concorrentes diretos, o custo desse insumo deve ser analisado considerando a evolução do setor em termos das tecnologias básicas do sistema setorial que precisam ser dominadas pelos pesquisadores para tornar tal insumo atraente. Nesse sentido, há diversos trabalhos que apontam para uma crescente participação das tecnologias baseadas em software no conjunto de competências exigidas dos profissionais de P&D do setor de telecomunicações (por exemplo: UNCTAD, 2005b; Leal, 2006). Portanto, os profissionais especializados em software são aqui considerados como a base comparativa do custo da mão-de-obra entre Brasil e os demais países.

Uma pesquisa da IDC (Moreira, 2006) aponta que o salário inicial de um profissional de desenvolvimento de software indiano está na faixa de US\$ 500 mensais, o que na Índia é bastante superior à média de salários fora da área de tecnologia. Um outro estudo publicado em 2005 realizado pela ATKearney, em parceria com a Brasscom e os ministérios da Ciência e Tecnologia e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, compara os salários de programadores de software de diversos países (Brasscom, 2005). Enquanto um programador brasileiro ganha em média US\$ 13,5 mil por ano, no Canadá e em Cingapura este profissional recebe US\$ 36,4 mil e US\$ 33,5 mil respectivamente, o que coloca o Brasil numa boa posição competitiva em termos de custo com esses países. Ao mesmo tempo, na Índia, nas Filipinas e na China, os programadores recebem em média menos que os brasileiros. Os indianos são considerados os mais baratos,

recebendo US\$ 5,9 mil por ano. Esses países possuem uma vantagem sobre o país, mas a diferença entre o custo nesses países e no Brasil é menor do que a diferença entre o custo no Brasil e no Canadá e Singapura. Quando a capacidade gerencial é levada em consideração, o Brasil passa a ter vantagem sobre a China. A pesquisa aponta que um gerente brasileiro tem um salário médio anual de US\$ 32,5 mil, enquanto um chinês recebe US\$ 36,2 mil. Isto implica uma maior competitividade do Brasil, quando são agregadas competências gerenciais à análise do custo da mão-de-obra.

Em suma, quando comparado aos países desenvolvidos, o Brasil parece ser atrativo em termos de custo de mão-de-obra, mas essa vantagem pode se deteriorar com a tendência inflacionária dos salários do setor. Seus profissionais estão numa faixa salarial intermediária na concorrência em torno do custo da mão-de-obra qualificada nas tecnologias básicas que vêm ganhando espaço no setor de telecomunicações, mais especificamente aquelas ligadas ao desenvolvimento de software. Os maiores concorrentes nesse quesito são os países asiáticos, cujos profissionais possuem salários médios inferiores aos dos brasileiros.

Essa atratividade pode se tornar maior caso haja aumento nos salários pagos nos principais países concorrentes do Brasil, como Índia e China, principalmente nos salários dos profissionais mais qualificados, como aqueles que possuem capacidades gerenciais. No entanto, essa tendência de aumento parece já ocorrer no próprio Brasil, pelo crescimento recente nos salários dos profissionais do setor, salientado anteriormente. Isso faz com que seja importante monitorar a evolução comparativa dos salários nos países concorrentes do Brasil. É fundamental também que esse monitoramento leve em consideração o peso dos encargos sociais pagos aos profissionais do setor de cada país, bem como a evolução relativa das taxas de câmbio. Uma forma da balança pesar a favor do Brasil pode ser na concorrência por profissionais com competências especiais, como as gerenciais, nas quais o país possa oferecer custo de mão-de-obra em níveis mais próximos ou até melhores do que os de seus principais concorrentes.

Dimensão e potencial de crescimento do mercado

A literatura atribui a diversos elementos relacionados ao mercado características de fatores de atração de atividades tecnológicas para determinado país. A necessidade de estar próximo de determinado mercado local pode ter implicações diretas quanto à qualidade dos resultados

previstos advinda das atividades de P&D (Chiesa, 1995 e 2001; e Zedtwitz e Gassmann, 2002). A dimensão do mercado local, bem como seu potencial de crescimento, também implica o aumento da atratividade de determinado país, principalmente se o mesmo demandar características específicas.

Baseado nessas colocações, este item foca inicialmente dois aspectos relacionados ao mercado. O primeiro aspecto analisado é a dimensão do mercado. Nesse caso é feito um levantamento de dados sobre o tamanho do mercado de telecomunicações brasileiro e como ele se compara a alguns países concorrentes. O segundo aspecto, que guarda relação direta com o primeiro, diz respeito ao potencial de crescimento do mercado. Tal análise implica verificar a tendência de crescimento desse mercado e sua comparação com o crescimento de mercado de outros países concorrentes. Em seguida, este item procura identificar quais são os fatores que limitam o crescimento do mercado brasileiro de telecomunicações. Em suma, o mercado é analisado enquanto dimensão de demanda do sistema setorial de telecomunicações.

Segundo levantamento da OECD (2005), o mercado mundial de telecomunicações tem demonstrado recentemente um forte crescimento dos serviços baseados em mobilidade e Internet, conforme pode ser visto pela maior participação da telefonia móvel e dos acessos à Internet via tecnologias que permitem alta taxa de fluxo de dados (banda larga), como *cable modem* e ADSL, enquanto a telefonia fixa já aparenta atingir saturação (Gráfico II.4). Esses serviços de telecomunicações são os considerados neste item como base de comparação entre os países, partindo da premissa de que existem complementaridades dinâmicas entre as tecnologias básicas do sistema setorial de telecomunicações e a dimensão de demanda do mesmo.

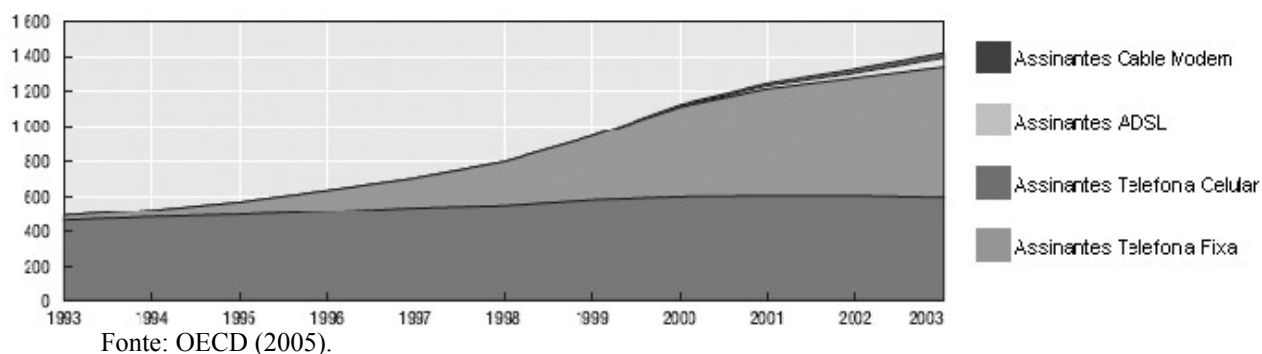


Gráfico II.4: Evolução dos serviços de telecomunicações

Em termos de *dimensão absoluta* de mercado, o Brasil pode ser considerado um dos maiores mercados de serviços de telecomunicações do mundo (Tabela II.6). No tradicional mercado de

telefonia fixa, o país é o sétimo maior em quantidade de assinantes, com aproximadamente 40 milhões assinantes, enquanto a China desponta como o maior do mundo com seus 350 milhões de assinantes. Na telefonia celular, o Brasil também goza de boa posição e, novamente, a China é o maior mercado mundial com quase 400 milhões de assinantes. Já no acesso à Internet em banda larga, o Brasil ainda está nos estágios iniciais de difusão do serviço e não figura entre os maiores mercados do mundo nesse serviço. O país terminou o ano de 2006 com 5,7 milhões de assinantes banda larga (IDC, 2007a), representando uma teledensidade de 3, muito longe da líder Coreia, com 25 ainda em 2005, e atrás de países com renda similar, como Chile (6) e Argentina (3,2).

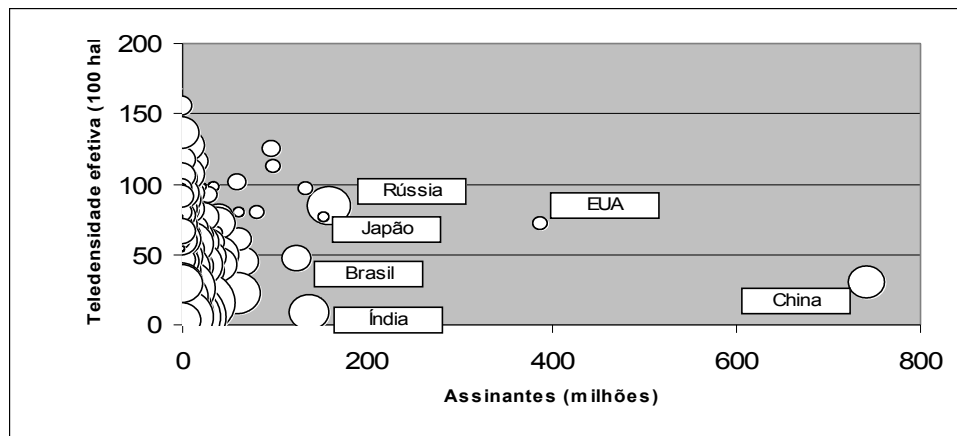
Telefonia fixa			Telefonia móvel			Banda Larga		
País	Assinantes (milhares)	Teledensidade (100 hab.)	País	Assinantes (milhares)	Teledensidade (100 hab.)	País	Assinantes (milhares)	Teledensidade (100 hab.)
China	350.445	27	China	393.406	30	EUA	28.230	10
EUA	175.161	59	EUA	213.212	72	China	25.785	2
Japão	58.053	45	Rússia	120.000	84	Japão	14.917	12
Alemanha	55.046	67	Japão	96.484	75	Coreia	11.921	25
Índia	49.750	5	Índia	90.000	8	Reino Unido	7.131	12
Rússia	40.100	28	Brasil	86.210	46	França	6.754	11
Brasil	39.853	21	Alemanha	79.200	96	Canadá	5.416	17
Reino Unido	33.822	57	Itália	72.200	124	Itália	4.701	8
França	33.697	56	Reino Unido	66.856	112	Alemanha	4.560	6
Itália	25.049	43	França	48.099	80	Taiwan	3.751	17

Fonte: ITU.

Tabela II.6: Maiores mercados de serviços de telecomunicações (2005)

Em termos de *potencial de crescimento* de mercado, para analisar a atratividade de determinado país, é preciso levar em consideração o atual estágio de difusão do acesso aos serviços de telecomunicações pela população, bem como a taxa de crescimento desse mercado. Pelos dados apresentados, nota-se que os países mais desenvolvidos são aqueles que possuem os mercados mais maduros. Isso se deve às suas políticas de universalização do acesso aos serviços de telecomunicações, existentes há décadas, bem como à facilidade de possuírem boa distribuição de renda e, geralmente, pequenas dimensões geográficas (Ripper, 2003 e 2005). Países como Itália e Reino Unido possuem mais de uma linha de celular por habitante, enquanto a Índia não passa de oito assinantes para cada cem habitantes. Mas são os países com menor penetração de serviços de telecomunicações que possuem o maior potencial de crescimento, e nesse quesito, além da Índia, tanto China quanto Brasil também se destacam. O Gráfico II.5 apresenta a distribuição de todos os países do mundo em termos de tamanho de mercado de telefonia fixa e celular e teledensidade

efetiva¹⁹. Os países localizados na parte inferior direita tendem a ser os mais atraentes em termos de mercado, uma vez que combinam tamanho de mercado com potencial de crescimento. O tamanho das circunferências indica a taxa de crescimento do mercado.



Fonte: elaborado a partir de dados do ITU.

Obs: tamanho das circunferências indica a taxa de crescimento do mercado.

Gráfico II.5: Relação entre tamanho de mercado, penetração de serviços e taxa de crescimento

Nota-se claramente como a China se destaca dos demais países devido ao seu grande mercado interno. Além de possuir o maior mercado mundial, o mesmo teve um crescimento médio anual de 12% no período 2000-2005. Essa taxa de crescimento só é superada por Rússia e Índia, com 16% e 15%. O taxa de crescimento do mercado brasileiro é de 9% e, junto com esses outros países, forma um bloco de nações com mercados grandes e crescentes. A taxa de crescimento dos demais grandes mercados não passa de 3% no mesmo período (Tabela II.7).

¹⁹ O ITU define a teledensidade efetiva como a maior teledensidade entre os diferentes serviços de telecomunicações. Por exemplo, a China possui teledensidade fixa de 27 e teledensidade celular de 30, logo sua teledensidade efetiva é 30.

País	Crescimento médio anual (2000-05)
China	12%
EUA	3%
Rússia	16%
Japão	2%
Índia	15%
Alemanha	3%
Brasil	9%
Reino Unido	2%
Itália	3%
França	3%

Tabela II.7: Crescimento médio anual dos maiores mercados mundiais de telecomunicações

Em suma, em termos absolutos, os maiores mercados de telecomunicações do mundo estão em alguns países desenvolvidos, na China, na Índia e no Brasil. No entanto, quando se leva em consideração o *potencial de crescimento* destes mercados, China, Índia e Brasil ganham destaque sobre os demais. Esses países são os que combinam baixa penetração de serviços de telecomunicações, aqui medida em termos de teledensidade, com mercado potencial grande, em termos absolutos, e altas taxas de crescimento. A figura a seguir ilustra como os países do mundo se enquadram em termos de mercado absoluto e potencial de crescimento. Para a construção dessa figura, os países foram ranqueados em termos de (i) tamanho absoluto de mercado e (ii) teledensidade efetiva e sua comparação com a média mundial. Os dados entre parênteses indicam a taxa de crescimento médio anual no período 2000-2005.

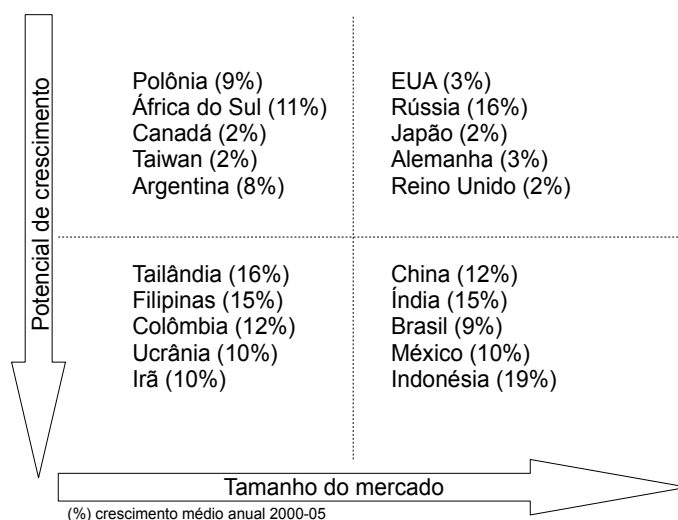


Figura II.4: Atratividade dos países em termos de mercado

China, Índia, Brasil, México e Indonésia estão no quadrante caracterizado por um mercado grande, em termos absolutos, e baixa teledensidade, ao mesmo tempo que possuem altas taxas de crescimento médio anual alto. Junto com a Rússia, esses países podem ser considerados os mais atraentes em termos de tamanho de mercado e potencial de crescimento. Dentre eles, China e Índia chamam ainda mais atenção por terem um mercado interno de centenas de milhões de assinantes de serviços de telecomunicações, ao mesmo tempo que apresentam taxas de crescimento relativamente altas. Por limitações físicas – tamanho da população – o Brasil jamais alcançará China e Índia em termos de tamanho de mercado. No entanto, existem outras limitações que impedem que o mercado interno cresça além do que tem crescido e que merecem consideração, conforme segue.

Algumas análises da universalização do acesso aos serviços de telecomunicações no Brasil apresentam duas barreiras ao crescimento do mercado interno: *renda e geografia* (Leal et al., 2006; Ripper, 2003 e 2005). No primeiro caso, a argumentação gira em torno de dados que indicam a crescente penetração de serviços de telecomunicações no Brasil à medida que a renda familiar aumenta, bem como nas baixas teledensidades existentes nas unidades da federação que possuem PIB per capita mais baixo. No segundo caso, a barreira geográfica é inferida a partir de dados que mostram que as unidades da federação com maior extensão territorial e menor densidade populacional são as que possuem menor teledensidade. Também indicam grandes disparidades nos níveis de atendimento das regiões urbana e rural, com grande concentração na primeira.

Leal et al (2006) também mencionam barreiras relacionadas à *qualificação da população* consumidora em potencial de serviços de telecomunicações, a qual possui forte correlação com a renda familiar. Nesse sentido, a "falta de conhecimento no uso das tecnologias de informação e comunicação por parte de grande parte população restringe o potencial de consumo e, conseqüentemente, coloca barreiras ao desenvolvimento do setor". Insere-se aqui a premissa de que existem complementaridades dinâmicas entre tecnologias básicas e demanda. Conforme visto no início deste item, cada vez mais os serviços baseados em Internet ganham espaço no setor de telecomunicações, em detrimento dos serviços de voz baseados na telefonia fixa (OECD, 2005), e uma vez que aqueles serviços dependem da capacidade de uma pessoa ler e compreender páginas de Internet, um primeiro elemento dessa qualificação é o grau de alfabetização da população. Um outro elemento da qualificação é a proficiência no uso de computador. A pesquisa TIC

Domicílios (CGIBr, 2006) mostra que 70% da população brasileira nunca fez sequer um curso de informática. Esse índice sobe para 95% na faixa de pessoas com escolaridade mais baixa. Uma consulta à base de dados Edudata do Ministério da Educação mostra que menos de 60% das escolas de ensino médio no Brasil possuem laboratório de informática. Ao mesmo tempo, apenas 67% das escolas brasileiras de ensino médio possuem acesso à Internet. Esses dados indicam haver carência na capacitação não só dos atuais, mas também dos futuros consumidores de serviços de telecomunicações baseados em Internet. Além da alfabetização e da proficiência no uso de um computador, um último elemento que merece destaque na qualificação da população é a posse de um computador. A pesquisa TIC Domicílios indica que nas famílias com renda abaixo de 1.800 reais, a proporção das que possuem um computador varia entre 22% e 2%, indicando novamente concentração nas famílias de renda mais alta, das quais 53% possuem computador.

A discussão realizada neste item mostra que alguns países desenvolvidos, bem como China, Índia e Brasil, destacam-se como aqueles que possuem os mercados mais atraentes. Quando se leva em consideração os serviços tradicionais de telefonia fixa e celular, China, Índia e Brasil se destacam pelos seus grandes mercados internos, tanto em tamanho absoluto, quanto em potencial de crescimento, enquanto os países desenvolvidos podem ser considerados mercados maduros para esses serviços. No entanto, os novos serviços que usufruem em maior grau da convergência entre telecomunicações e TI, ou seja, aqueles baseados em Internet em banda larga, ainda são incipientes em países como o Brasil. Ao contrário do que ocorre na maioria dos países desenvolvidos, no Brasil existem fatores relacionados à renda da população e à geografia do país que limitam mais fortemente a disseminação de serviços de telecomunicações (Figura II.5). Isso é ainda mais grave quando se leva em consideração os novos serviços convergentes das Camadas III, IV e V do modelo de Fransman. O país carece de uma população mais qualificada para seu usufruto, em termos de proficiência em informática e de posse de computadores, e além disso, o baixo índice de computadores e de laboratório de informática nas escolas de ensino médio não parece sugerir uma mudança no curto prazo nos indicadores que medem a qualificação da população em TICs.

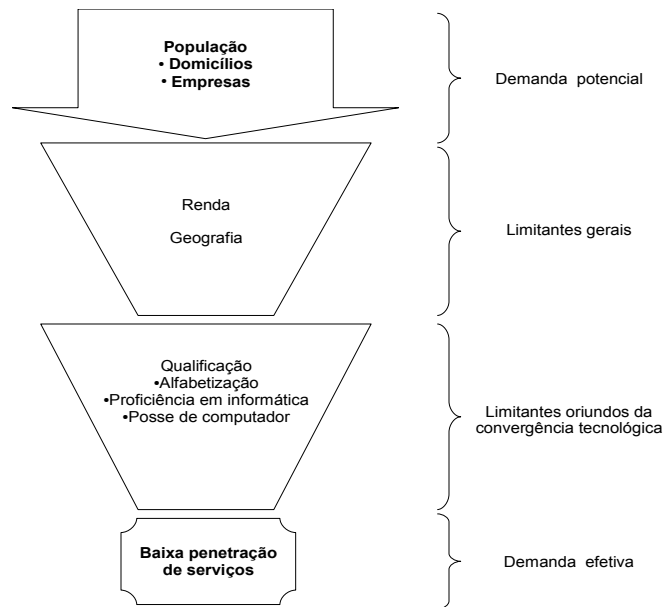


Figura II.5: Limitantes do mercado de serviços de telecomunicações

Proximidade do mercado local

Este item foca a necessidade de estar próximo do mercado brasileiro, enquanto fator de atração de atividades de P&D para o país. Em outras palavras, procura identificar em que medida o mercado brasileiro é capaz de influenciar a escolha de locais candidatos a investimentos em P&D, ou seja, o quão importante é o fator de atração "proximidade do mercado local" para as empresas do setor. Em primeiro lugar, são utilizados dados de artigos acadêmicos, bem como das evidências empíricas quanto ao tipo de P&D realizada no Brasil, cujo levantamento foi apresentado na Seção II.1, para verificar (i) se existem particularidades do mercado brasileiro que sejam capazes de influenciar as atividades de P&D das empresas do setor, (ii) que tipos de atividades são influenciadas e (iii) se as mesmas necessariamente precisam ser realizadas no país. Em seguida, são apresentados os limitantes da atratividade brasileira nesse fator de atração.

Em sua pesquisa que visou analisar a relação existente entre as empresas de telecomunicações instaladas no Brasil e as suas fontes de inovação e tecnologia, Porto, Prado e Plonski (2003) mostram que os clientes brasileiros são citados pelas subsidiárias como apenas a quinta fonte de informações de maior importância para as atividades de inovação. Sua análise indica que as empresas do setor aqui instaladas são fortemente dependentes dos desenvolvimentos internos da matriz, pois "absorvem a tecnologia da matriz e realizam a tropicalização no país, ou seja, a

adaptação dos produtos para o mercado brasileiro". Galina (2003a) também chegou à conclusão parecida a partir de estudos de caso, ao indicar que grande parte das atividades de P&D realizadas pelas subsidiárias brasileiras está focada em adaptação de produtos. Quando participam do desenvolvimento global, o mercado nacional não é considerado prioridade (Galina, 2001). Todas essas conclusões são corroboradas pelas evidências empíricas apresentadas na seção anterior desta dissertação. Realmente, percebe-se a predominância de atividades voltadas à adaptação de produtos idealizados em outros países, ou seja, realmente existem particularidades do mercado brasileiro e estas são utilizadas como estímulo a atividades específicas de adaptação apenas. No entanto, há duas outras evidências encontradas que também devem ser levadas em consideração.

A primeira delas reside no fato de que as necessidades do mercado brasileiro são tratadas como as de qualquer outro país. Elas são captadas pelas unidades de negócio existentes no país e encaminhadas ao centro de P&D dentro da multinacional que é responsável por aquele nicho tecnológico específico e, caso a competência para a atividade de desenvolvimento voltada àquelas necessidades de mercado resida no Brasil, ela será realizada no país. Em outras palavras, a existência de uma particularidade do mercado brasileiro não implica a necessidade de realizar P&D no Brasil. Essas atividades são realizadas onde quer que exista o mandato para tal, dentro da rede de P&D da multinacional.

A segunda evidência que merece destaque é o fato que não há indícios do mercado brasileiro ser capaz de influenciar as linhas de pesquisa voltadas às fronteiras tecnológicas do setor de telecomunicações. Ou seja, o mercado brasileiro parece ser capaz de influenciar diretamente apenas as atividades de desenvolvimento, mas não as de pesquisa básica e aplicada. O mercado local tende a solicitar apenas inovações incrementais que utilizam um mesmo núcleo comum a qualquer país do mundo, mas que é utilizado de forma diferente, dependendo das particularidades de determinado mercado. Isto faz com que as atividades de P&D realizadas no Brasil sejam focadas principalmente em desenvolvimento de funcionalidades de software e algumas adequações mecânicas no hardware. São motivadas por solicitações específicas dos clientes locais, como por exemplo, pela necessidade de compatibilização com sistemas legados, que são únicos a cada país. O levantamento de informações apresentado na Seção II.1 indica que as subsidiárias brasileiras também participam no desenvolvimento de produtos globais em alguns nichos tecnológicos e chegam a ser considerados centros de competência da empresa nessas tecnologias. Nesse caso, o mercado brasileiro não influencia diretamente nos requisitos técnicos

que servem de estímulo para as atividades de P&D da multinacional como um todo.

Estas duas evidências destacam que a necessidade de estar próximo ao mercado brasileiro não é de grande relevância enquanto determinante da escolha de um local para receber investimentos em P&D. Na melhor das hipóteses, a proximidade do mercado brasileiro pode ser considerado um fator de atração de investimento em P&D somente em atividades de desenvolvimento de produto, voltados a adaptações para necessidades de clientes brasileiros e quanto a subsidiária já possui competência para tal. Caso contrário, mesmo as atividades de adaptação são realizadas em subsidiárias de outros países.

Existem dois limitantes da atratividade deste fator específico, proximidade do mercado local. Um deles é referente à qualificação do mercado brasileiro em comparação com outros mercados. Aqui a evolução da dimensão de demanda do sistema setorial de telecomunicações tem trazido grandes impactos no conteúdo das atividades de P&D. O outro limitante é oriundo da própria natureza das atividades de P&D no setor de telecomunicações, cuja evolução na dimensão da base de conhecimento tem ocasionado mudanças nos padrões organizacionais da P&D. Cada um deles é discutido a seguir.

Conforme apresentado no item anterior, o Brasil possui um dos maiores mercados do mundo, ao mesmo tempo que tem apresentado altas taxas de crescimento recentemente. Entretanto, esse grande mercado é composto de artefatos tecnológicos baseados em campos tecnológicos que já se encontram em estágio maduro em seus respectivos ciclos de inovação. Os artefatos necessários à construção dos sistemas tecnológicos que têm sido utilizados na ampliação da infra-estrutura de telecomunicações de países como Brasil são voltados basicamente a serviços menos sofisticados, quando comparados aos dos países desenvolvidos. O Brasil ainda não foi capaz sequer de universalizar o serviço de voz em telefonia fixa e celular, esse que é o mais básico dos serviços de telecomunicações. Enquanto isso, países como EUA e Coréia há anos focam serviços que usufruem da convergência tecnológica, nos quais a importância das comunicações multimídia se torna maior. Esses serviços exigem infra-estruturas de telecomunicações que sejam capazes de trafegar grandes quantidades de informação, aumentando a relevância dos sistemas tecnológicos baseados em altas taxas de transmissão, ou em outras palavras, banda larga. Nesses serviços o Brasil ainda possui pouca penetração, representada pela baixa teledensidade dos acessos banda larga no país (Tabela II.6). Sem a universalização dos acessos banda larga no país, há um forte

entreve ao desenvolvimento dos serviços avançados que se baseiam nela. Tais serviços são os grandes motivadores das atividades de P&D próximas das fronteiras científicas e tecnológicas do setor de telecomunicações. A Seção I.2.2 do Capítulo I mostrou que essa convergência tecnológica é um dos grandes fatores de transformação do setor de telecomunicações. Dessa forma, são as exigências dos mercados de países onde a disseminação dos acessos banda larga é maior aquelas que serão os principais estimulantes das atividades de P&D do setor de telecomunicações. Sob essa óptica, a proximidade do mercado brasileiro passa a ocupar uma posição marginal, enquanto fator de atração de investimento em atividades tecnológicas próximas à fronteira científica e tecnológica. Em outras palavras, o mercado brasileiro é "seguidor", enquanto os mercados de países como EUA e Japão são "líderes".

O segundo limitante da atratividade brasileira reside na natureza das atividades de P&D no setor de telecomunicações. O Capítulo I mostrou que a organização dessas atividades é fortemente dependente de mudanças na base de conhecimento relevante às atividades de inovação do setor. Essas mudanças trazem dois reflexos pertinentes à análise da importância da proximidade do mercado brasileiro.

Em primeiro lugar, tais mudanças, influenciadas pela convergência tecnológica, pela complexidade das atividades de P&D setor e pelo forte papel dos órgãos internacionais de padronização, têm permitido a divisão do trabalho de pesquisa e consequente dispersão de atividades de P&D pelo globo. A modularização das atividades de P&D do setor e a necessidade de interoperabilidade das interfaces entre cada módulo que compõe um artefato tecnológico diminuem a importância da proximidade do mercado local enquanto fator de atração de investimento em P&D. As evidências empíricas aqui apresentadas mostram que as adaptações de produto são realizadas onde quer que haja competência para tal, independente do mercado que originou seus requerimentos.

Em segundo lugar, os órgãos internacionais de padronização e associações internacionais, compostos de grandes fabricantes multinacionais e das maiores prestadoras de serviço do mundo, pressionam os governos dos países para que haja uma uniformização da regulação dos serviços de telecomunicações. Isso porque quanto mais uniforme é a regulação entre os diferentes países, menor é a necessidade de realização de adaptações nos produtos, e consequentemente menores são seus custos finais. Quanto maior a diferença entre a regulação do mercado hospedeiro e do

mercado que serviu de base inicial para a construção dos requerimentos técnicos que levaram ao desenvolvimento de um produto original, maior a necessidade de novos investimentos em P&D para adequá-lo àquela realidade do mercado hospedeiro. Até a década de 1980, o regime tecnológico e de aprendizado do setor de telecomunicações era determinado pelos monopólios de prestação de serviços e pela integração vertical ou quase vertical entre prestação de serviços e desenvolvimento e fabricação de produtos (Fransman, 2002b). Naquela época a regulação que havia em cada país era muito diferente, fazendo com que os sistemas tecnológicos existentes em cada país apresentassem diferenças significativas entre si. Um exemplo disso, foi a definição de uma versão brasileira para o padrão de sinalização entre centrais telefônicas, denominada ISUP-BR. As diferenças entre o padrão nacional e o padrão ISUP utilizado em outros países requeria desenvolvimentos adicionais no software das centrais telefônicas comercializadas no Brasil. Um outro exemplo brasileiro diz respeito às regras de tarifação de chamadas telefônicas (Souza e Vasconcellos, 2003). Os requisitos estabelecidos pelas normas da antiga Telebrás, exigiu o desenvolvimento de funcionalidades que só existiam no Brasil, o que acabou acarretando o surgimento de competências locais. Entretanto, após as privatizações e desregulamentações em grande parte do mundo na década de 1990, o papel das agências reguladoras – ou equivalentes – enquanto influenciadores da diferença nos requerimentos técnicos entre os países, passou a ser menor. No Brasil, com a privatização da Telebrás e a constituição de uma agência reguladora para o setor, a Anatel, diminuíram as diferenças entre as normas brasileiras e internacionais. Segundo a PINTEC de 2003, o impacto causado e o grau de importância do quesito enquadramento em regulações relativas ao mercado interno foi considerado baixo ou irrelevante por 67% das empresas do setor de telecomunicações²⁰ que inovaram no período 2000-2003.

Em suma, as informações apresentadas permitem concluir que a proximidade do mercado local não é de grande relevância na escolha do Brasil para receber investimento em P&D. Sua relevância só é maior em atividades de desenvolvimento de produto e quando a competência para tal já existe na unidade de P&D brasileira. Um dos limitantes da atratividade brasileira é o seu mercado interno fortemente demandante de produtos que já estão em estágio avançado no ciclo de inovação e sua insipiência em serviços que exigem conhecimentos próximos à fronteira científica e tecnológica do setor. Há espaço aqui para políticas públicas que fomentem o desenvolvimento do mercado brasileiro de telecomunicações. Um outro limitante, oriundo de

20 Seção 32.2 do CNAE.

mudanças na base de conhecimento do sistema setorial de telecomunicações, permite o espalhamento das atividades de P&D para locais diferentes daqueles de onde se originam os requerimentos de mercado e também leva à convergência dos requerimentos regulatórios entre os países.

II.2.2 - Fatores de atração externos à P&D

A existência de locais de negócio em determinado país, que facilitam o acesso a serviços existentes ligados à manufatura e marketing, também pode se caracterizar um elemento atrator de atividades tecnológicas. Além desse, são diversos os fatores externos que influenciam a escolha de determinado país nas estratégias de internacionalização da P&D. A infra-estrutura local, que facilita a comunicação, a confiabilidade e estabilidade do sistema político e social e os instrumentos de proteção à propriedade industrial, de financiamento e de incentivo à P&D são alguns desses fatores.

Existência de operações de negócio

Este item diz respeito à análise da existência de locais de negócio, o que implica um levantamento das empresas multinacionais de telecomunicações que já operam no Brasil e do tipo de operação existente aqui.

O Capítulo I apresentou uma lista dos maiores realizadores de P&D do setor de telecomunicações no âmbito global, segundo classificação da OECD. Salvo algumas exceções, todas aquelas empresas possuem operações no Brasil (Tabela II.8), conforme pôde ser observado no levantamento de evidências empíricas das atividades de P&D realizadas pelas multinacionais o Brasil (vide Seção II.1). Algumas delas, como Cisco e Qualcomm, possuem operações no país, mas não realizam P&D localmente.

Fabricante	Operações no Brasil	P&D no Brasil
Siemens	Desde 1867. Fundou empresa local em 1905, mas só intensificou suas operações a partir dos anos 1950. Fabrica produtos localmente.	Há décadas em Curitiba-PR e mais recentemente em Manaus-AM.
Ericsson	Desde 1924. Inicou fabricação local em 1955 em São José dos Campos.	Desde a década de 1970. Possui centro de P&D em Indaiatuba-SP.
NEC	Desde 1963. Em 1968 começou a fabricar produtos locais.	Sim, mas reduziu muito o esforço local desde 1999.
Motorola	Desde 1971 atua em vendas. Constituiu a Motorola do Brasil em 1992 e passou a fabricar produtos locais em 1996.	Desde 1997 em Jaguariúna-SP, e mais recentemente abriu unidade em Recife.
Samsung	Desde 1986. Possui fábrica em Campinas-SP.	Em Campinas-SP e Recife-PE.
Alcatel-Lucent	Alcatel: desde 1989 via parcerias locais. Em 1992 constituiu a empresa local. Fabrica em São Caetano do Sul. Lucent: desde 1997. No ano seguinte inaugurou sua fábrica em Campinas.	Em São Paulo-SP e Campinas-SP. Participação tímida na rede global.
Nortel	Desde 1991.	Desde 1997.
Cisco	Desde 1994. Atua em marketing e vendas.	Não.
Qualcomm	Desde 1995. Atua em marketing e vendas.	Não.
Nokia	Desde 1996. Fabrica localmente em Manaus-AM.	Desde 2002. Possui centros em Manaus-AM, Brasília-DF e, mais recentemente, Recife-PE.
LG	Desde 1996.	Em São Paulo-SP.
Juniper	Sim, atua em marketing e vendas.	Não.
3COM	Sim.	Não.
Corning	Sim.	Não.
Matsushita Communications	Não.	Não.
Fujitsu	Não.	Não.

Fonte: Páginas de internet dos fabricantes; Galina (2003a); OECD (2005, p. 87)

Tabela II.8: Operações de negócio no Brasil das principais realizadoras de P&D do setor

O Brasil é base de diversas das maiores empresas realizadoras de P&D no setor de telecomunicações. Duas empresas, Ericsson e Siemens, se destacam tanto por já terem operações no Brasil há décadas, como por realizarem P&D localmente também há décadas. A Motorola é uma empresa que se instalou mais recentemente no Brasil, mas desde então sua subsidiária já foi capaz de construir um histórico sólido de P&D local. Já Samsung e Nokia, aos poucos têm consolidado sua presença em atividades de P&D local a partir de ações mais recentes. Em contrapartida, NEC, Alcatel-Lucent e LG ou diminuíram o esforço local de P&D, ou seu esforço tem baixa relevância dentro da rede global de inovação da empresa. Já Cisco, Juniper, 3Com e Qualcomm apenas possuem operações locais relacionadas a marketing e vendas, muitas via canais, enquanto as japonesas Matsushita e Fujitsu não possuem operação local.

É possível notar que há correlação entre a existência de operações no país e a realização de P&D local. A maioria das empresas que possuem operações no Brasil também realiza P&D local. Das dezesseis empresas listadas acima, nove desempenham atividades de P&D no país. Mas é no

tempo de atividade no país que reside a característica mais interessante. Com exceção da NEC, as empresas que estão no país há mais tempo são aquelas que não só realizam P&D local, como também possuem unidades de P&D envolvidas no desenvolvimento de produtos globais. São elas Siemens e Ericsson – principalmente – e também Motorola. As duas primeiras são as que estão há mais tempo no Brasil e conseguem combinar seu longo histórico de operações de negócio no país com a realização de atividades de P&D local, as quais chegam a ter participação efetiva nas cadeias globais de P&D da firma. As unidades de P&D local da Motorola, apesar desta estar a menos tempo no país, também participam do desenvolvimento de produtos globais.

Esses dados acerca da existência de operações de negócio mostram que o Brasil abriga muitos dos principais realizadores de P&D do setor de telecomunicações, caracterizando-se um elemento positivo da atratividade do país, em termos gerais. Entretanto, é possível inferir que há um limitante que atua sobre a atratividade do Brasil nesse quesito específico – existência de operação local – que diz respeito ao tipo de P&D realizada no país e como isso influencia as perspectivas futuras quanto ao conteúdo dessas atividades.

Em geral, as atividades realizadas no Brasil são voltadas à adaptação e ao desenvolvimento de produtos, tanto para o mercado local quanto para mercado global, e há grande concentração em atividades que demandam competências em software para telefones celulares e centrais telefônicas. Partindo de uma premissa evolucionista, na qual as competências existentes "definem o que uma firma pode fazer, modelam a estrutura organizacional da firma e limitam o menu de escolhas possíveis" (Malerba e Orsenigo, 1996), a concentração de esforços locais naquelas atividades citadas pode limitar a atratividade das subsidiárias brasileiras para investimentos em P&D que visem outras atividades, como pesquisa básica, ou outros nichos tecnológicos diferentes daqueles explorados no Brasil.

Um outro limitante, que guarda estreita relação com o anterior, diz respeito à inserção da subsidiária local na rede global de P&D da empresa. Com exceção de Siemens, Ericsson e Motorola, a grande maioria das subsidiárias brasileiras das empresas listadas neste item ainda não possui unidades de P&D com grande inserção na cadeia global de P&D. A constituição de uma unidade de P&D pelo simples fato de haver uma operação local não é automática, como pode ser visto nos casos da Cisco e da Qualcomm, que estão no Brasil desde a década de 1990, mas não realizam P&D local. E mesmo quando a subsidiária local foi capaz de manter unidades de P&D,

a sua inserção na cadeia global é algo que pode levar muito tempo. Siemens e Ericsson estão no país há décadas, mas somente após os anos 1990, os esforços de P&D de suas subsidiárias foram capazes de gerar resultados à cooperação, os quais serviram de estímulo para que as subsidiárias locais ganhassem visibilidade em suas redes globais.

Este item procurou mostrar que, apesar do Brasil abrigar operações locais de grande parte dos maiores realizadores de P&D do setor de telecomunicações, a atratividade do país no quesito analisado é limitada por dois elementos. Um deles é a baixa inserção de grande parte das subsidiárias locais na rede de P&D interna da corporação. A maior participação delas nas suas redes internas é resultado de um processo que leva tempo e depende da apresentação de resultados relevantes para a corporação. O outro limitante é a concentração de atividades de P&D realizadas no Brasil em adaptação e desenvolvimento de produtos, com grande foco em softwares para equipamentos de telefonia fixa e celular. Essa concentração reduz a atração do país para receber investimentos destinados a outros tipos de atividades e campos tecnológicos. Pode-se concluir que a atratividade do Brasil no quesito existência de operações de negócio está limitada a algumas poucas empresas e a determinados tipos de P&D.

Instrumentos de proteção à propriedade industrial

Existem três campos de proteção jurídica da propriedade intelectual em geral: propriedade industrial, direitos de cópia ou autor e proteção *sui generis* (Carvalho, 2003). O foco deste item é a propriedade industrial, uma vez que engloba os principais instrumentos de proteção à propriedade intelectual utilizadas no setor de telecomunicações: patente, modelo de utilidade, marcas, desenho industrial, indicações geográficas, concorrência desleal e segredo industrial. A importância desses instrumentos para o setor, principalmente o sistema de patentes, é amplamente citada na literatura acadêmica, como em Bekkers, Duysters e Verspagen (2002), Bekkers, Verspagen e Smits (2002) e Cukier (2005) e também na imprensa especializada no setor. Os direitos de cópia ou autor também são aqui considerados quando da discussão da efetividade geral dos instrumentos de proteção à propriedade intelectual no Brasil.

O sistema internacional de patentes constitui uma complexa rede de leis e costumes nacionais, acordos e práticas internacionais privadas e acordos e convenções intergovernamentais (Penrose, 1951). Nesse sentido, esse sistema é analisado dentro de uma das dimensões dos Sistemas

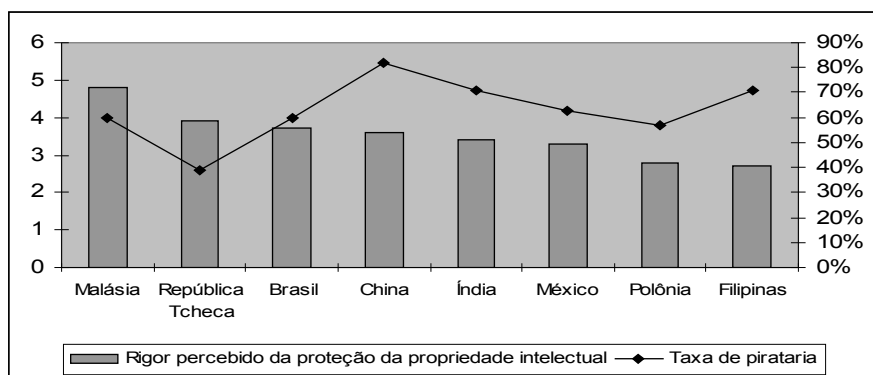
Setoriais de Inovação, mais especificamente as *instituições*. Segundo Malerba (2002, p. 257), as instituições podem ser resumidas em normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis, padrões, dentre outros. Elas dão forma ao comportamento cognitivo e à ação dos agentes, bem como afetam as interações entre os agentes.

No Brasil, o marco legal que rege a propriedade industrial no país é a Lei nº 9.279 de 1997, denominada Lei de Propriedade Industrial. Mesmo antes da existência da referida lei, o país possuía há décadas uma legislação sobre o tema, conforme Código de Propriedade Industrial (Lei nº 5.772 de 1971). No entanto, somente na década de 1990, com o processo de abertura de mercados, a legislação brasileira sobre a propriedade intelectual passou a sofrer mudanças, cujo intuito era o de adequar o quadro interno às transformações nas relações internacionais geradas pelo Acordo TRIPs (Carvalho et al., 2002). Em outras palavras, somente com a nova lei, a legislação brasileira passou a contemplar os níveis mínimos de proteção exigidos a partir do novo cenário de globalização das últimas décadas, cristalizado no Acordo TRIPs (Carvalho, 2003). O alinhamento do país com esse Acordo é um fator positivo para a atratividade do país no quesito discutido neste item. Alguns chegam até a citar que o Brasil cedeu mais do que o sugerido pelo Acordo TRIPs, resultando em excessos, disfunções e opressões da legislação em vigor (Barbosa, 2004).

Apesar desse alinhamento legal às práticas internacionais, existem dois limitantes à atratividade do país a partir do fator discutido neste item. Um deles diz respeito à *efetividade* da aplicação dos instrumentos legais no país, isto é, se os mesmos são capazes de produzir os resultados esperados deles. Já o outro está relacionado à *eficiência* desses instrumentos, ou seja, se o custo da sua utilização não condiz com os benefícios alcançados por eles.

Em primeiro lugar, a percepção dos agentes quanto ao rigor da proteção da propriedade intelectual, no âmbito geral, coloca o país numa posição intermediária em comparação com diversos outros países concorrentes do Brasil. A proteção dos direitos de propriedade intelectual é relativamente mais efetiva no Brasil do que na Índia e na China (Brasscom, 2005), os mais fortes concorrentes por investimentos em P&D, conforme dados da pesquisa Global Competitiveness Report do World Economic Forum. A China é o principal foco de problemas relacionados à propriedade intelectual para os EUA e União Européia, figurando como a líder em quantidade de violações de direitos de propriedade intelectual (Chaudhry, 2006).

Utilizando a pirataria de software como um outro indicador da efetividade dos instrumentos legais brasileiros, pode-se perceber que novamente o Brasil assume uma posição intermediária. Em compensação, é o país com o segundo menor índice de pirataria da América Latina, atrás apenas da Colômbia, a qual não figura como grande concorrente do país no setor de telecomunicações. O Gráfico II.6 apresenta esses dois índices de efetividade dos instrumentos de propriedade intelectual, não só para o Brasil, mas também para alguns países selecionados que podem ser considerados concorrentes do país na atração por investimentos em P&D no setor de telecomunicações.



Fonte: Brasscom (2005) e IDC (2007a).

Gráfico II.6: Índices de efetividade dos instrumentos de propriedade intelectual em alguns países selecionados

Em segundo lugar, a eficiência dos instrumentos de proteção existentes no Brasil pode ser considerada baixa. Apesar do alinhamento do país, em termos regulatórios, às exigências internacionais de proteção à propriedade industrial, a morosidade do órgão de proteção brasileiro, o INPI, é preocupante. O tempo médio de registro de marca e registro de patente é seis e oito anos, respectivamente (Serpro, 2006). Outro ponto que levanta preocupação sobre a eficiência dos instrumentos de proteção está atrelada a dificuldades relacionadas ao sistema judiciário brasileiro. Isso porque caso haja necessidade da subsidiária brasileira entrar na justiça para fazer valer algum direito seu relacionado à propriedade industrial, ela terá que enfrentar um sistema judiciário problemático. Uma pesquisa periódica de The World Bank (2006), que compara indicadores que medem a facilidade de se realizar negócios nos diversos países do mundo, aponta que o sistema judiciário brasileiro é considerado lento, demorado e imprevisível. No país, os julgamentos chegam a demorar anos e são muito comuns os pedidos de múltiplos recursos, o que acaba por aumentar os custos e a incerteza do sistema legal brasileiro. Esse estudo resume em

dois os grandes problemas brasileiros neste quesito: dificuldade para fazer cumprir um contrato e sobrecarga do judiciário.

O quadro atual do Brasil em termos de instrumentos de proteção à propriedade industrial, coloca o país numa posição intermediária quando comparado a outros países concorrentes, à frente até de seus maiores concorrentes: Índia e China. Entretanto, as perspectivas de melhora dos sistemas de proteção dos outros países pressiona a atratividade do Brasil no futuro. A China, por exemplo, é um dos grandes recebedores de investimentos em P&D no setor de telecomunicações e, ao mesmo tempo, é o país com maiores problemas relacionados à proteção da propriedade intelectual. Esses dois indicadores, um tanto contraditórios, na verdade parecem apontar para um cenário futuro ainda mais favorável à China em termos do fator de atração analisado neste item. No período 2003-2006, a redução do índice de pirataria chinês foi de 11% (IDC, 2007a), e essa tendência de queda tem sido sistemática ano a ano. Pesquisas de campo com executivos das grandes multinacionais (Serger, 2006) mostram que apesar de alguns demonstrarem ter medo de questões relacionadas à propriedade intelectual na China, outros não consideram isto um grande obstáculo ao investimento naquele país. Alguns entrevistados chegam a apontar otimismo quanto à evolução do sistema de proteção à propriedade intelectual na China. Esse otimismo sobre a evolução da qualidade da proteção chinesa é corroborado com os dados apresentados no Capítulo I, que indicam a China, junto à Índia, como os dois países em desenvolvimento que conseguem participar mais ativamente das atividades de P&D de longo prazo no setor de telecomunicações.

Infra-estrutura básica de telecomunicações

Este item foca a análise na infra-estrutura de telecomunicações, a qual é feita a partir de levantamento da capilaridade e qualidade dos serviços de telecomunicações no Brasil e sua comparação com países concorrentes.

Quando comparada aos principais países concorrentes do Brasil, a capilaridade dos serviços de telecomunicações no país – aqui medida em termos de teledensidade – ainda está longe daquela existente naqueles países de renda superior, como Irlanda e Cingapura, mas é maior do que a da China e da Índia. Apesar da classificação do ITU colocar o Brasil na grupo dos países de renda média-baixa, seus índices de teledensidade estão mais próximos à média dos países de renda

média-alta (Tabela II.9).

País	Teledensidade (100 hab.)		
	Telefonia fixa	Telefonia celular	Banda larga
Irlanda	49,5	102,9	3,8
Cingapura	42,4	100,8	11,9
República Tcheca	31,5	115,2	2,3
Hungria	33,2	92,3	4,1
Rússia	27,9	83,6	0,01
Polônia	30,7	75,7	2,1
Chile	22,0	67,8	5,9
Malásia	16,8	75,2	1,0
Argentina	24,5	57,4	1,3
África do Sul	10,0	71,6	0,0
Brasil	21,4	46,3	0,4
México	18,2	44,0	1,0
Tailândia	11,0	48,5	0,1
China	26,6	29,9	2,0
Filipinas	4,0	41,3	n/d
Indonésia	5,7	21,1	n/d
Índia	4,5	8,2	0,02
Países de baixa renda (2004)	3,1	4,1	0,02
Países de renda média-baixa (2004)	18,8	24,8	1,4
Países de renda média-alta (2004)	22,7	47,9	1,0
Países de renda alta (2004)	54,1	77,1	10,7
Mundo (2004)	19,0	27,6	2,4

Fonte: ITU.

Tabela II.9: Teledensidade dos serviços de telecomunicações (2005)

Um outro estudo (Leal et al., 2006) mostrou que a teledensidade de telefonia fixa no Brasil é baixa, estável e ociosa. Apesar dessa constatação, a capilaridade dos serviços de telefonia fixa no Brasil pode ser considerada alta. Isso porque o Plano Geral de Metas de Universalização (PGMU), estabelecido pelo Ministério das Comunicações após a privatização da Telebrás, obrigou as concessionárias de telefonia fixa a levar acesso telefônico a todas as localidades acima de 100 habitantes, mesmo onde a renda da população não permite adquirir esse serviço. Em outras palavras, o acesso à telefonia fixa existe em grande parte do país e só não é maior devido a aspectos ligados à renda e à geografia, conforme apresentado anteriormente neste capítulo. Já a telefonia celular, apesar de ter menor capilaridade que a telefonia fixa, possui teledensidade crescente e cobre 80% da população brasileira (Telebrasil e Teleco, 2006). O acesso banda larga é o mais problemático dos três serviços de telecomunicações analisados. Sua teledensidade ainda é baixa e altamente concentrada no estado de São Paulo (Leal et al., 2006), mas é o serviço de

telecomunicações que apresenta maior taxa de crescimento nos últimos anos, dentre os três (Telebrasil e Teleco, 2006). Esse serviço é crucial para as atividades de P&D, pois permite a interligação das redes de dados locais das diversas unidades pertencentes à rede global da multinacional.

Em termos gerais, as regiões brasileiras que abrigam as subsidiárias das empresas multinacionais de telecomunicações são amplamente atendidas pelos serviços de telecomunicações. Cidades como Manaus, Campinas, São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Curitiba e Recife, que abrigam os laboratórios de P&D das subsidiárias brasileiras, são atendidas por mais de uma prestadora de serviço, seja de telefonia fixa, telefonia celular ou acesso banda larga (Teletime, 2007). Essas cidades também possuem infra-estrutura de *backbones*²¹ de longa distância e São Paulo e Rio de Janeiro chegam a ser pontos de presença de cabos submarinos intercontinentais (Tabela II.10). Essa larga oferta de serviços de telecomunicações nas principais cidades do país é um bom indicador da atratividade do Brasil frente seus concorrentes internacionais. Entretanto, há limitantes relacionados à qualidade e ao custo dos serviços de telecomunicações, conforme é mostrado a seguir.

Cidade	Telefonia fixa	Telefonia celular	Acesso banda larga	Cabo submarino	Backbone de longa distância
Brasília	Brasil Telecom, GVT, Embratel.	Claro, BrT Celular, Oi, TIM, Vivo.	Sim.	-	CTBC, Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, Telemar.
Campinas	Telefônica, Vésper, Embratel.	Claro, TIM, Vivo.	Sim.	-	CTBC, Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, Neovia, Telemar.
Manaus	Telemar, Vésper, Embratel.	Amazônia Celular, Vivo, TIM, Oi.	Sim.	-	Embratel, Intelig.
Recife	Telemar, Vésper, Embratel.	Oi, TIM.	Sim.	-	Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, Telemar.
Rio de Janeiro	Telemar, Vésper, Embratel.	Claro, TIM, Vivo, Oi.	Sim.	LANutilus (Telecom Italia), Globenet (Brasil Telecom), SAC (Global Crossing), SAM-1 (Telefônica), Atlantis 2 (consórcio liderado pela Embratel).	CTBC, Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, NQT, Telemar.
São Paulo	Telefônica, Vésper, Embratel.	Claro, TIM, Vivo.	Sim.	LANutilus (Telecom Italia), Globenet (Brasil Telecom), SAC (Global Crossing), SAM-1 (Telefônica).	CTBC, Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, Neovia, Telemar.
Curitiba	Brasil Telecom, GVT, Embratel.	Claro, BrT Celular, Oi, TIM, Vivo.	Sim.	-	CTBC, Eletronet, Embratel, Geodex, Intelig, Telemar.

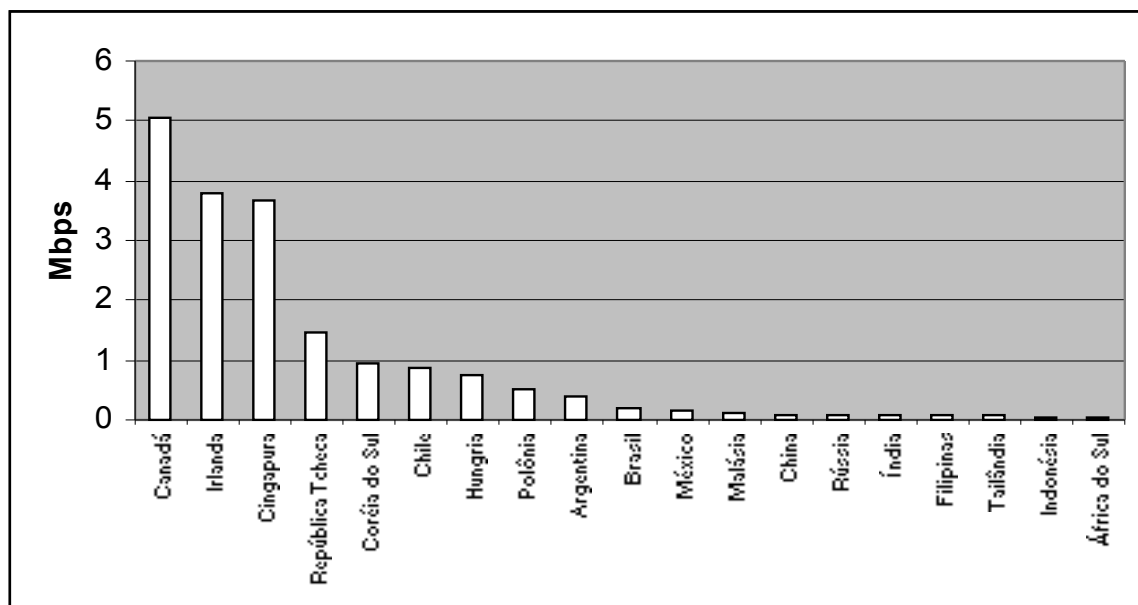
Fonte: Teletime (2007).

Tabela II.10: Infra-estrutura de telecomunicações em algumas cidades selecionadas

Segundo estudo da Brasscom (2005), a infra-estrutura de TICs no Brasil é melhor do que as da

21 Parte da rede de telecomunicações que interconecta e escoia o tráfego das demais redes de hierarquia inferior.

Índia e da China. A qualidade de infra-estrutura de telefonia/fax, conforme dados da pesquisa Global Competitiveness Report do World Economic Forum, coloca o Brasil à frente de vários países concorrentes, como China, Índia e México (ibid). Entretanto, dois outros indicadores apontam para a existência de limitantes à qualidade dos serviços existentes no Brasil. No que concerne o mercado de banda larga brasileiro, a velocidade média de acesso ainda é baixa (IDC, 2006 e 2007b). Apesar disso, há uma forte tendência de melhoria nesse quesito. Enquanto em 2003 apenas 0,6% dos acessos banda larga possuíam velocidade de transmissão de dados acima de 1 Mbps, em 2006 esse percentual subiu para 22% (ibid). Voltando a atenção para os *links* de transmissão internacionais, importantes para que uma empresa multinacional integre suas subsidiárias espalhadas pelo globo, a taxa de transmissão efetiva brasileira, aqui medida em termos de Mbps por terminal de telefonia fixa, telefonia celular e banda larga²², coloca o país atrás de diversos concorrentes, mas ainda à frente de Índia e China (Gráfico II.7).



Fonte: elaboração própria a partir de indicadores do ITU.

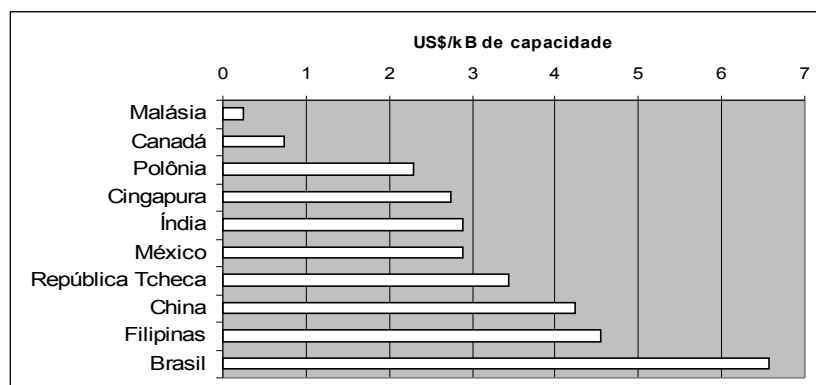
Gráfico II.7: Taxa de transmissão efetiva dos links internacionais (2004)

Em termos de custo dos serviços de telecomunicações, o Brasil pode ser considerado um dos menos atrativos entre os países que concorrem por investimentos em P&D. Segundo o Global Competitiveness Report, os custos de telecomunicações do Brasil, medidos em dólares por kB de

²² O cálculo utilizado foi o seguinte:

$$Taxa\ efetiva = \frac{(Largura\ de\ Banda\ de\ Link\ Internacional)}{(\sum (Acessos\ de\ Telefonia\ Fixa,\ Telefonia\ Celular\ e\ Banda\ Larga))}$$

capacidade, colocam o país na última posição entre os países considerados na pesquisa da Brasscom (2005) (Gráfico II.8). Ao mesmo tempo, a carga tributária brasileira sobre os serviços de telecomunicações – que varia entre 43,64% e 54,75%, dependendo da unidade da federação – está muito acima da média mundial (Fonseca, 2007). México e China, por exemplo, possuem carga tributária de 15% e 17% respectivamente (ibid).



Fonte: Brasscom (2005).

Gráfico II.8: Custo de telecomunicações (2004)

A discussão apresentada neste item mostra que a atratividade do Brasil em termos de infraestrutura de telecomunicações é boa em termos de capilaridade, no entanto, sofre de problemas relacionados à qualidade e, principalmente, custo dos serviços de telecomunicações.

Instrumentos de financiamento e incentivos à P&D

Em seu estudo sobre os instrumentos de financiamento e incentivo à ciência, tecnologia e inovação em geral, Corder e Salles-Filho (2004) resumiram tais instrumentos num quadro que os agrupa conforme suas modalidades e suas formas de ação sobre as diferentes etapas das atividades inovativas²³. Os instrumentos existentes podem envolver ou não a concessão de recursos financeiros. No primeiro caso, são denominados *instrumentos de financiamento* e suas modalidades são crédito, capital de risco e recursos não-reembolsáveis, enquanto no segundo caso existem os incentivos fiscais e as garantias de liquidez, denominados *instrumentos de incentivo*. Uma vez que as atividades de P&D são apenas uma das etapas da atividade inovativa,

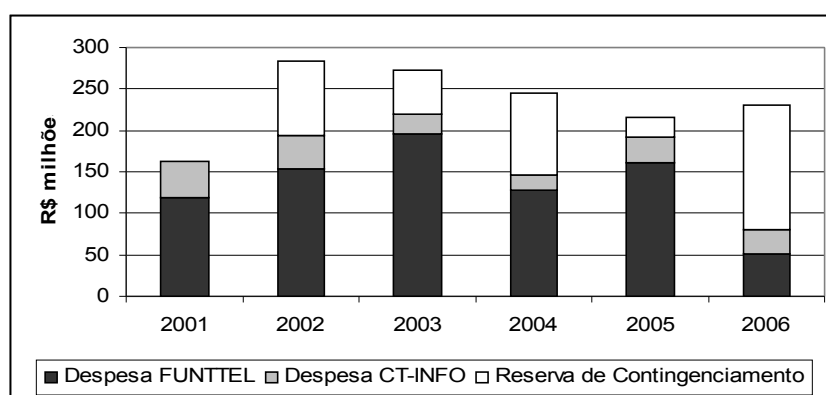
23 As etapas consideradas pelos autores são: Empreendedorismo, Produção Inicial, Expansão, Comercialização Inicial, Saída/Desinvestimento, Modernização para Inovação, P&D do Setor Público, P&D do Setor Privado, P&D Cooperação Público-Privada, Certificação/Normalização, Propriedade Intelectual, Exportação.

os instrumentos que, segundo os autores, atuam sobre esse tipo de atividade são apenas aqueles ligados à concessão de (i) crédito, de (ii) recursos não-reembolsáveis e de (iii) incentivos fiscais. Não há, portanto, instrumentos de capital de risco e de garantias de liquidez no Brasil que atuem exclusivamente sobre as atividades de P&D. Os mesmos são utilizados em outras etapas de atividades inovativas, como produção, expansão e modernização. Não é intuito da discussão deste item analisar todos os instrumentos de financiamento e incentivo à P&D, mas sim apresentar o quadro geral da utilização dos mesmos por parte das subsidiárias das empresas multinacionais do setor de telecomunicações, a partir de uma breve discussão sobre os principais instrumentos citados na literatura acima e algumas críticas levantadas por outros autores.

Os principais instrumentos de concessão de crédito para ciência e tecnologia são operados pelo BDNES e pela FINEP. Entre as diversas finalidades da FINEP está o fomento à realização de atividades de P&D de produto e processo, o qual é operacionalizado através de três modalidades de financiamento: padrão (TJLP + *spread*), equalização de juros (TJLP reduzida + *spread*) e participação nos resultados. No caso do BDNES, seu instrumento de apoio às atividades de P&D nas empresas é sua linha Inovação, a qual está voltada a novos produtos e processos. A modalidade de financiamento utilizada é a aplicação de juros de 6% a.a. acrescidos de *spread*. Apesar da existência desses instrumentos de concessão de crédito, o volume de recursos utilizados não é alto, bem como seu uso relativo, sendo menores ainda no caso dos projetos que envolvem parceria entre empresas privadas e institutos públicos de pesquisa (Corder e Salles Filho, 2004). Além disso, as taxas de juros utilizadas no Brasil são altas (Pacheco, 2003) quando comparadas às de outros países (World Economic Forum, 2006). Finalmente, o sistema de crédito bancário está distante do investimento em P&D, fazendo com que o setor público, personificado no BDNES e na FINEP, seja praticamente a única fonte de recursos para concessão de crédito em atividades tecnológicas.

Voltando a atenção para os recursos não-reembolsáveis, existem dois fundos públicos que oferecem recursos voltados a atividades de P&D nas empresas e em instituições parceiras, e que possuem relação com a base de conhecimento do setor de telecomunicações. Um deles é o Fundo Setorial para Tecnologia da Informação (CT-INFO), cuja operação é realizada pela FINEP no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia. Sua fonte principal de recursos provém de 0,5% do faturamento das empresas beneficiadas pela Lei de Informática. O outro fundo, denominado Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (FUNTTEL), é gerido pelo

Ministério das Comunicações e seus recursos são oriundos de 0,5% do faturamento líquido das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações e de 1% da arrecadação bruta de eventos participativos realizados por meio de ligações telefônicas. Ambos fundos têm sofrido de contingenciamento de recursos por parte do Governo Federal. Em 2006, a reserva de contingenciamento chegou a representar 65% do valor previsto para a soma dos dois fundos analisados (Gráfico II.9). Do R\$ 1,058 bilhão arrecadado pelo FUNTTEL entre 2001 e 2005, metade – R\$ 540 milhões – foi utilizada no financiamento de pesquisas, enquanto o restante ficou retido no Tesouro Nacional (Lobato, 2006). Esse tipo de comportamento por parte do governo aumenta as incertezas em torno do andamento dos projetos das firmas conveniadas.



Fonte: MCT e CPqD.

Gráfico II.9: Orçamento dos fundos públicos CT-INFO e FUNTTEL previsto em lei

Apesar de aparentemente não haver restrição explícita na regulamentação de ambos os fundos, não há evidência de participação das subsidiárias das empresas multinacionais nos projetos que utilizam seus recursos não-reembolsáveis. Podem receber recursos dos fundos os institutos de pesquisa e as universidades, bem como as empresas brasileiras, as quais incluem as subsidiárias de empresas multinacionais. No entanto, uma varredura nas chamadas públicas, encomendas e cartas-convite publicadas nas páginas de Internet dos dois fundos não apresentou evidências de utilização consistente dos recursos provenientes dos mesmos por parte das subsidiárias. Algumas hipóteses podem ser levantadas para justificar esse comportamento. Uma delas orbita em torno de eventual falta de informação por parte das subsidiárias brasileiras sobre como participar em projetos financiados pelo governo (Coelho, 2006). Pode haver também falta de interesse por parte destas empresas, motivada, por exemplo, pela elevada disponibilidade de financiamento no exterior, pela insegurança derivada de falhas dos marcos regulatórios (Pacheco, 2006) e do contingenciamento de recursos por parte do governo, e até mesmo por uma eventual orientação

política dos gestores dos fundos públicos contrária à participação de empresas multinacionais em projetos derivados de recursos públicos. Entretanto, uma explicação para essa falta de participação das subsidiárias em projetos que utilizam recursos dos fundos públicos exige uma pesquisa aprofundada, utilizando-se de dados primários, o que foge do escopo da presente dissertação.

Existem outros recursos não-reembolsáveis como bolsas e auxílios proporcionados pelas FAPs e pelo CNPq. Com exceção da FAPESP, as FAPs carecem de regularidade de recursos orçamentários, o que não parece ser tão problemático no setor de telecomunicações, uma vez que a maioria das subsidiárias do setor está situada no Estado de São Paulo. Entretanto, a pequena interação entre as subsidiárias e esses instrumentos de financiamento novamente exige esforços de ambos os lados. A alocação de recursos públicos nas empresas privadas é ínfima, estando mais voltada ao financiamento de pesquisa pública (Corder e Salles Filho, 2004).

Finalmente, entre os instrumentos voltados à concessão de incentivos fiscais, a Lei de Informática é um dos mais utilizados pelas empresas do setor de telecomunicações. Segundo dados da PINTEC de 2003, mais de dois terços das empresas inovadoras do setor²⁴ receberam apoio do governo via incentivos fiscais oriundos dessa lei. Em contrapartida, os demais instrumentos do governo voltados a incentivos fiscais para atividades de P&D são utilizados por apenas 5% das empresas inovadoras do setor. A Lei de Informática visava promover a produção local e as atividades de P&D, estabelecendo que as empresas conveniadas estariam isentas de várias taxas e impostos. Essa lei teve um papel fundamental na formação de unidades de P&D nas subsidiárias brasileiras. Diversas fontes apontam a existência de incentivos fiscais oriundos da referida lei como um dos principais fatores de atração de investimentos em P&D no Brasil (ex: Galina, 2003a e 2003b; Souza e Vanconcellos, 2003; Feitoza, 2005). Segundo dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2006a), Alcatel, Ericsson, LG, Lucent, Motorola, Nokia, Nortel e Samsung são beneficiadas por essa lei, ou seja, a maioria das subsidiárias brasileiras analisadas nesta dissertação usufrui seus incentivos fiscais.

Em suma, as informações presentes neste item mostram que os principais instrumentos de financiamento e incentivos à P&D são pouco utilizados pela subsidiárias das empresas multinacionais, com exceção da Lei de Informática.

24 Seção 32.2.

As altas taxas de juros utilizadas no Brasil e o distanciamento entre o sistema de crédito bancário e o investimento em P&D, concentram os instrumentos de concessão de crédito no setor público, cujos agentes, BNDES e FINEP, ainda não foram capazes de demonstrar resultados em projetos de P&D especificamente, muito menos junto às subsidiárias das empresas multinacionais de telecomunicações. No que concerne os instrumentos de concessão de recursos não-reembolsáveis, não foram encontradas evidências de utilização dos mesmos pelas subsidiárias do setor. Mesmo que houvesse essa interação, os recursos públicos sofrem de restrições orçamentárias, o que gera incertezas intoleráveis para as empresas multinacionais. A aparente exceção é a Siemens, que recentemente (2006) venceu o Prêmio FINEP de Inovação com sua rede de inovação e nos últimos anos têm apresentado projetos à FINEP.

Pode-se concluir que a Lei de Informática foi fundamental para o estabelecimento de laboratórios de P&D nas subsidiárias brasileiras, devido à obrigatoriedade das empresas investirem 5% de seu faturamento nesse tipo de atividade. No entanto, essa lei não é capaz de garantir a expansão futura das atividades de P&D realizadas no país. Segundo Galina (2003a) e Porto, Prado e Plonski (2003), as subsidiárias investem, em média, valor próximo ao determinado pela lei. Em outras palavras, a Lei de Informática foi crucial para plantar a semente das atividades de P&D local, no entanto, a expansão das mesmas depende de outros fatores não ligados à referida lei, como por exemplo, a relevância, sob a óptica da matriz, dos resultados obtidos pelas atividades locais. Além disso, como os recursos provenientes dos benefícios da lei precisam ser gastos no período de um ano, isso restringe o tipo de atividade de P&D que pode ser realizada, ou seja, os projetos beneficiados precisam ser de curto prazo. Adicionalmente, a vinculação do benefício a um percentual da receita da subsidiária gera incertezas quanto à manutenção de equipes no médio e longo prazo, devido a flutuações no faturamento. Há um outro limitante intrínseco a essa lei que reside no fato da mesma atrelar os investimentos em P&D à existência de produção local. Conforme visto anteriormente, algumas subsidiárias brasileiras, como Cisco e Juniper, não realizam fabricação local e, portanto, não são potenciais beneficiárias dos incentivos fiscais. Por fim, a atual regulação não permite que as empresas beneficiadas pela Lei de Informática também possam pleitear os benefícios previstos em outras leis de estímulo à P&D, como a Lei do Bem e a Lei de Inovação, a qual poderia fomentar atividades de P&D nas subsidiárias brasileiras via parcerias público-privadas. Entretanto, a própria relação público-privada no Brasil ainda é permeada de insegurança (Pacheco, 2006).

Um último ponto que merece destaque está atrelado ao fato das "infocomunicações" terem sido influenciadas ao longo da história por políticas públicas brasileiras com diferentes enfoques e reflexos sobre as atividades de P&D do setor (Figura II.6). Numa primeira fase, até os anos 1990, as firmas do setor de telecomunicações eram influenciadas por uma política setorial própria, voltada à realização de P&D nacional, numa estrutura de mercado verticalizada, em que a prestadora de serviço Telebrás mantinha seu próprio laboratório de P&D, o CPqD, sem instrumentos explícitos de apoio à P&D local nas subsidiárias brasileiras. Segundo Loural et al. (2006), esta política tinha como objetivo não só a capacitação local via desenvolvimento de produtos nacionais, mas também a substituição de importações através da comercialização de tais produtos por parceiros industriais locais. Ao mesmo, o setor de TI não possuía uma política de P&D clara (ibid), focando a substituição de importações. Posteriormente, com a nova Lei de Informática, as subsidiárias do setor de telecomunicações passaram a usufruir seus benefícios, para tanto sendo obrigadas a realizar P&D no Brasil. No final da década de 1990, com a privatização do sistema Telebrás, as políticas setoriais de telecomunicações deixaram de focar a P&D local e passaram a utilizar instrumentos de estímulo à universalização do acesso aos serviços de telecomunicações, mais especificamente o PGMU imposto às novas prestadores de serviços de telecomunicações. O intuito dessas políticas era disseminar os serviços de telecomunicações, até então com baixos índices de penetração. O estímulo à P&D local, por parte do Ministério das Comunicações, passou a ser feito pelo FUNTTEL, o qual começou a existir de fato apenas em 2001, somente alguns anos após a privatização.

Nesse quadro, que persiste até hoje, o Ministério da Ciência e Tecnologia passou a manter o estandarte do estímulo à P&D, enquanto o Ministério das Comunicações passou a se dedicar majoritariamente a políticas de uso. A única linha de apoio à P&D local desse último é oriunda do FUNTTEL, no entanto, o próprio Ministério das Comunicações reconhece sua falta de articulação interna (Brasil, 2006b). Isto dificulta ainda mais a articulação entre os dois ministérios, no sentido de criar uma visão integrada entre telecomunicações e outras TICs (Leal et al., 2006).

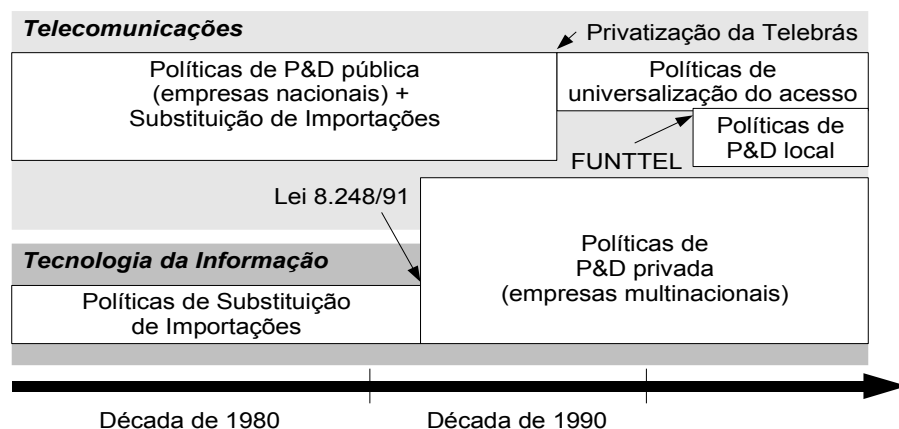


Figura II.6: Evolução das políticas setoriais de telecomunicações e TI

A dissociação entre as duas políticas, de P&D e de uso, estimulada por dificuldades de articulação intra e interministerial, pode gerar distorções entre a oferta de projetos de P&D amparadas pelo governo no âmbito de um ministério e a demanda de serviços de telecomunicações estimulada por outro ministério. Não há, portanto, um ambiente político monolítico que reduza as incertezas dos agentes setoriais quanto ao caminho a ser seguido pelas políticas que têm impacto sobre o setor, o que conforma um limitante às perspectivas de investimento local por parte desses agentes. Além desse limitante, a falta de consideração das particularidades do setor de telecomunicações pode gerar distorções nos próprios instrumentos de estímulo à P&D. Conforme apresentado no Capítulo I, o setor de telecomunicações é intensivo em P&D e esta particularidade setorial não tem sido levada em consideração pelos atuais instrumentos de financiamento e incentivo. Enquanto a Lei de Informática obriga as empresas a investirem 5% de seu faturamento, muitas empresas do setor de telecomunicações investem globalmente mais de 10% de seu faturamento em atividades de P&D.

Ambiente sócio-político-econômico

O fator de atração discutido neste item engloba a confiabilidade e estabilidade do sistema social, político e econômico, cobrindo aspectos como ambiente macroeconômico, ambiente de negócios, risco de terrorismo, corrupção e liberdades civis. Para tanto, são apresentados os resultados de algumas pesquisas que comparam essas e outras características entre diversos países do mundo.

Segundo conclusões do estudo do World Economic Forum (2006) sobre a competitividade das

nações, o ambiente macroeconômico do Brasil pode ser considerado um limitante da atratividade brasileira, fruto do déficit público alto, quando comparado a outros países. Isso porque, quando se juntam os níveis de endividamento do governo às altas taxas de juros, o resultado é um alto custo de intermediação do setor bancário, que por sua vez trás revezes sobre os investimentos realizados no setor privado e sobre o crescimento econômico. Esse estudo mostra que entre 2005 e 2006, a posição do Brasil no quesito ambiente macroeconômico, que já não era boa, caiu. Em 2005, o país ocupava a 91ª posição e no ano seguinte passou para a 114ª posição. O déficit público é também um grande problema para a Índia, sendo considerado um dos piores do mundo, segundo o estudo. A China, por sua, está na 6ª posição na classificação de ambiente macroeconômico, demonstrando grande vantagem sobre o Brasil nesse quesito, fruto de seu baixo nível de inflação, um dos maiores índices de poupança do mundo e uma dívida pública sob controle.

Saindo da esfera econômica e passando a focar no sistema político e social, países de regime autoritário, como China, têm a sua atratividade comprometida, enquanto o Brasil ocupa uma posição intermediária antes seus concorrentes. Um estudo do Economist Intelligence Unit (Kekik, 2007) classificou os países do mundo conforme sua aderência ao sistema democrático, a partir de índices que medem aspectos relacionados ao pluralismo e sistema eleitoral, funcionamento do governo, participação e cultura política e liberdades civis. Brasil e Índia têm seus índices gerais influenciados negativamente por baixos índices de participação e cultura política, enquanto os maiores problemas da China estão ligados a seu sistema eleitoral unipartidário e à pequena liberdade civil. Um outro estudo (Economist Intelligence Unit, 2005), este focado na qualidade de vida, também coloca o Brasil numa posição intermediária, à frente de fortes concorrentes, como China e Índia. Nesse estudo, são levados em consideração aspectos como renda, expectativa de vida, liberdade política, segurança trabalhista, vida familiar, clima e geografia, estabilidade política, igualdade entre gêneros e vida comunitária, que somados levam a Irlanda a ocupar a primeira posição. O Banco Mundial (The World Bank, 2006) também fez um estudo que compara países em termos de indicadores sobre liberdades civis, estabilidade política, violência, efetividade do governo, qualidade regulatória, segurança das leis e controle da corrupção. No período de 1996 à 2005, o Brasil piorou em termos de qualidade regulatória, segurança da lei e controle da corrupção e ainda é mal visto em termos de estabilidade política. O país está situado na 100ª posição do estudo, à frente de países como México, Índia, Argentina, Filipinas, China,

Rússia e Indonésia, mas muito atrás de seus concorrentes europeus, como Irlanda, República Tcheca e Hungria. O controle da corrupção e as liberdades civis também são utilizados em estudo do IDC (2007c), o qual classifica o Brasil novamente em posição intermediária, à frente de China e Índia.

Um último aspecto que deve ser levado em consideração é o ambiente geral de realização de negócios em determinado país. Uma pesquisa do Banco Mundial (The World Bank, 2006) mostra que o Brasil possui sérios limitantes à sua atratividade, quando são levados em consideração diversos aspectos relacionados à facilidade de realização de negócios no país. Um deles são os procedimentos para a abertura de empresas, considerados confusos, demorados e dispendiosos. No Estado de São Paulo, onde estão concentradas as subsidiárias das multinacionais do setor, o prazo médio de abertura de empresas é de 152 dias, enquanto na Argentina e Austrália é de 32 dias e 2 dias, respectivamente, esta última primeira na classificação. No mesmo estado, demora-se em média 18 meses para fazer um cumprir um contrato, o que é três vezes mais lento que o estado mais rápido do México e mais moroso que Buenos Aires, na Argentina, ou Xangai, na China. O sistema fiscal brasileiro é outro aspecto limitante, sendo considerado um dos mais complexos e onerosos do mundo. Segundo esse estudo, a Noruega utiliza apenas três impostos, pagos eletronicamente, enquanto o Brasil tem mais de 25 impostos federais, estaduais e municipais diferentes. Finalmente, vale destacar novamente a lentidão e imprevisibilidade do sistema judiciário brasileiro, aspecto já ressaltado anteriormente na análise dos instrumentos de propriedade à proteção intelectual.

Índice de Competitividade		Índice de Democracia		Índice de Sociedade da Informação (*)		Índice de Qualidade de Vida		Índice de Governança		Facilidade de fazer negócios	
Cingapura	5	Irlanda	11	Irlanda	15	Irlanda	1	Irlanda	13	Cingapura	1
Irlanda	21	República Tcheca	18	Chile	21	Cingapura	11	Cingapura	14	Irlanda	10
Malásia	26	Chile	30	Polônia	27	Chile	31	Chile	24	Tailândia	18
Chile	27	Índia	35	Hungria	28	México	32	Hungria	45	Malásia	25
República Tcheca	29	Hungria	38	Argentina	30	República Tcheca	34	República Tcheca	49	Chile	28
Tailândia	35	Brasil	42	República Tcheca	33	Malásia	36	Polônia	66	México	43
Hungria	41	Polônia	46	África do Sul	36	Hungria	37	Malásia	72	República Tcheca	52
Índia	43	México	53	Rússia	37	Brasil	39	Tailândia	91	Hungria	66
Polônia	48	Argentina	54	Brasil	38	Argentina	40	Brasil	100	Polônia	75
Indonésia	50	Filipinas	63	Tailândia	40	Tailândia	42	México	101	China	93
China	54	Indonésia	65	México	41	Filipinas	44	Índia	108	Rússia	96
México	58	Malásia	81	Malásia	43	Polônia	48	Argentina	110	Argentina	101
Rússia	62	Cingapura	84	Filipinas	44	China	60	Filipinas	118	Brasil	121
Brasil	66	Tailândia	90	China	48	Indonésia	71	China	139	Filipinas	126
Argentina	69	Rússia	102	Índia	51	Índia	73	Rússia	152	Índia	134
Filipinas	71	China	138	Indonésia	53	Rússia	105	Indonésia	153	Indonésia	135

(*) Categoria "Social" do Índice de Sociedade da Informação.

Fonte: The World Bank, Economist Intelligence Unit, World Economic Forum.

Tabela II.11: Classificação dos países segundo indicadores de ambiente sócio-político-econômico²⁵

Em suma, o Brasil ocupa uma posição intermediária ante seus concorrentes por investimentos. Sua atratividade é limitada principalmente por aspectos relacionados à estabilidade macroeconômica e política, a um ambiente institucional deficiente e à dificuldade de realizar negócios no país.

Os aspectos citados neste item são fatores limitantes que atuam sobre a atratividade brasileira, os quais têm reflexos específicos ao setor de telecomunicações e geram expectativas negativas das firmas que pleiteiam realizar negócios no país. Um estudo da Amcham-Brasil sobre a Agência Nacional de Telecomunicações (Amcham-Brasil, 2007) identificou que, ao longo de 2006, o órgão regulador tem sofrido interferências políticas do Estado. A percepção dos representantes de segmentos do mercado que se relacionam com a Anatel piorou de 2005 para 2006, reflexo de fatos como a falta de edição de regulamentos desde 2005, a demora para a indicação de

²⁵ Apesar de possuírem seu valor, vale ressaltar que pesquisas como a do Banco do Mundial, que buscam ranquear países a partir de indicadores, são passíveis de crítica. A própria escolha dos índices já embute pré-conceitos em torno do que é considerado "bom" ou "ruim". Por exemplo, a metodologia do Banco Mundial pontua positivamente países que possuem regulação flexível para o mercado de trabalho, uma vez que essa é uma orientação da própria instituição.

conselheiros na Anatel e os freqüentes cortes no orçamento do órgão. A insegurança dos atores setoriais é causada também pela profusão de regras nos diferentes níveis da federação. Por exemplo, segundo a Acel, existem 174 dispositivos legais (entre decretos, leis e resoluções) em 6 estados, 141 municípios e no Distrito Federal (Telesíntese, 2007a) que deliberam sobre radiação de celulares. A burocracia e lentidão do governo também traz reflexos sobre os incentivos fiscais que beneficiam as empresas do setor. A aprovação dos processos do processo produtivo básico (PPB) por parte do governo, requisito para uma empresa ter direito aos incentivos fiscais previstos na Lei de Informática, chega a levar vários meses (Telesíntese, 2007b).

O presente capítulo iniciou sua discussão apresentando as evidências da participação das subsidiárias brasileiras na cadeia global de atividades de P&D das empresas multinacionais de telecomunicações. Essas evidências mostraram que o país ainda se insere de forma tímida na distribuição de tais atividades, atuando principalmente em atividades de adaptação e desenvolvimento de produto e em alguns nichos tecnológicos, como software para centrais telefônicas e redes celulares. Em resumo, a participação do país na internacionalização da P&D ainda é restrita em termos de escopo de atividades e montante de investimentos.

Essa constatação motivou a busca por uma resposta à pergunta orientadora deste capítulo, qual seja, quais são os fatores que limitam a inserção das subsidiárias brasileiras na internacionalização da P&D no setor de telecomunicações. Para tanto, primeiramente foram elencados alguns importantes fatores de atração de atividades de P&D citados na literatura, para posteriormente serem analisados em detalhes, a partir da consideração das especificidades do setor de telecomunicações brasileiro, enquanto sistema setorial de inovação.

A análise realizada foi capaz de constatar a existência de diversos limitantes à atratividade brasileira para investimentos locais em P&D, resumidos na Tabela II.12. Apesar desse quadro por si só servir de valioso insumo para a elaboração de sugestões de políticas públicas voltadas à atração de investimentos em P&D, ele não oferece a visualização das inter-relações que existem entre os diferentes fatores de atração e, conseqüentemente, entre os diversos limitantes que atuam sobre eles. Esse é o objetivo da discussão da próxima seção.

Fatores limitantes à atratividade brasileira	
Fatores de atração internos à P&D	
Oferta de mão-de-obra qualificada	• Baixos índices de população com acesso a IES e de matriculados em cursos de C&E. • Baixa oferta dos cursos de C&E mais ligados a telecomunicações e qualidade da mão-de-obra formada por esses cursos. • Setor parece ter pouca importância relativa na escolha de carreira. • Concorre com o setor de TI por mão-de-obra, o qual já carece deste insumo.
Oferta de instituições para realização de parcerias em P&D	• Estratégia de P&D da multinacional (conteúdo fortemente vinculado ao que as subsidiárias já fazem internamente). • Dificuldades na interação universidade-empresa.
Custo da mão-de-obra qualificada	• Tendência inflacionária dos salários do setor. • Encargos sociais.
Dimensão e potencial de crescimento do mercado	• Renda. • Geografia. • Qualificação da população (alfabetização, proficiência em informática, posse de PC).
Proximidade do mercado	• Qualificação do mercado brasileiro em comparação com outros mercados ("seguidor" vs "líder"). • Natureza das atividades de P&D no setor: - modularização e divisão do trabalho - trabalho é feito onde quer que haja competência para tal; - convergência regulatória reduz especificidades dos países.
Fatores de atração externos à P&D	
Existência de operações de negócio	• Concentração de esforços locais em "DP" e "adaptação", e em software para telefonia fixa e celular. • Baixa inserção de grande parte das subsidiárias locais na rede de P&D interna da cooperação.
Instrumentos de proteção à propriedade industrial	• Efetividade e eficiência do sistema brasileiro de proteção.
Infra-estrutura básica de telecomunicações	• Qualidade e custo dos serviços de telecomunicações.
Instrumentos de financiamento e incentivos à P&D	• Sistema de crédito bancário distante do investimento em P&D. • Altas taxas de juros. • Contingenciamento de recursos de fundos setoriais. • Incertezas regulatórias. • Burocracia e lentidão. • Limitações da Lei de Informática. • Dificuldades de articulação entre diferentes instrumentos e entre órgãos públicos.
Ambiente sócio-político-econômico	• Instabilidade macroeconômica e política. • Ambiente institucional deficiente. • Dificuldade de realizar negócios no país.

Tabela II.12: Resumo dos fatores limitantes à atratividade brasileira

II.3 - Inter-relação dos fatores de atração de atividades de P&D

As ligações e complementaridades entre os diversos fatores de atração analisados na seção

anterior são aqui expostas a partir da sua relação com algumas das diferentes dimensões que compõem o sistema setorial de telecomunicações: campos científicos e tecnológicos; aplicações, usuários e demanda; atores e redes; e instituições (Malerba, 2002). Esta seção aborda cada uma dessas dimensões e mostra como elas trazem reflexos simultâneos sobre os fatores de atração de atividades de P&D, caracterizando assim as inter-relações entre esses. O modelo de análise utilizado se baseia nos Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002), definido como "um conjunto de produtos novos e estabelecidos para usuários específicos e o conjunto de agentes que executam interações mercadológicas e não-mercadológicas para a criação, produção e venda de tais produtos" (ibid, p. 248).

O estudo de setores industriais a partir da abordagem dos sistemas setoriais permite uma melhor compreensão das estruturas e fronteiras de um setor – algo extremamente sensível no caso das telecomunicações, devido à convergência tecnológica citada no Capítulo I – dos agentes e suas interações, dos processos de aprendizado, inovação e produção, das transformações dos setores e dos fatores na base do desempenho diferencial das firmas e países em determinado setor.

A abordagem proposta por Malebra utiliza duas tradições de pesquisa. A primeira delas é a tradição evolucionista, marcada pelo dinamismo em termos de aprendizado, conhecimento e competências. A segunda é a tradição de sistemas, mais especificamente os sistemas de inovação, nos quais as relações e as redes constituem elementos chave dos processos de inovação.

O objetivo desta seção é apresentar uma visão sistêmica do setor de telecomunicações brasileiro e sua relação com os diferentes fatores de atração de atividades tecnológicas para o Brasil. Nesse sentido, os fatores de atração descritos isoladamente na seção anterior passam a ser vistos como uma rede de elementos entrelaçados, fornecendo assim insumos para a elaboração de políticas públicas de atração de investimentos que levem em consideração a *co-evolução* daqueles fatores.

Campos científicos e tecnológicos

Os *campos científicos e tecnológicos* específicos ao setor influenciam diretamente o conjunto de atributos que determinam a atratividade de diversos insumos do sistema setorial, como a oferta e o custo de mão-de-obra qualificada e a oferta de instituições para realização de parcerias. No primeiro caso, os profissionais disponíveis no país devem estar capacitados nesses campos para que possam ser devidamente absorvidos pela indústria local em atividades de P&D. É claro que

sua capacitação engloba diversos atributos, não somente os conhecimentos técnicos específicos, mas também a capacidade gerencial e os conhecimentos em língua estrangeira. Adicionalmente à multidisciplinaridade da base de conhecimento do setor de telecomunicações, a sua evolução ao longo do tempo também impacta tais atributos. O conjunto de conhecimentos necessários a determinada atividade de P&D em um dado momento pode deixar de ser relevante pouco tempo depois, fruto da aceleração do ciclo de inovação do setor. Por exemplo, a competência local construída em desenvolvimento de software para centrais telefônicas de gerações antigas pode não ser mais necessária ao desenvolvimento das novas centrais *softswitch* que visam a oferta de novos serviços convergentes das Camadas III, IV e V do modelo de Fransman, minando a atratividade da então capacitada mão-de-obra. Isso traz impactos sobre o custo da mão-de-obra existente no país. Caso a mesma não acompanhe a evolução da base de conhecimento do setor, o peso de sua atratividade pende para o baixo custo, atribuído a atividades de menor valor agregado. Esse parece ser o caso de muitos países emergentes que competem com o Brasil. Por outro lado, a competência em campos científicos e tecnológicos próximos à fronteira da base de conhecimento do setor pende a balança da atratividade para a qualificação técnica, permitindo então um prêmio sobre o custo da mão-de-obra. Aqui se situam países da União Européia, EUA, Canadá, Coréia e Japão. Entre os dois extremos, há países como China e Índia que aos poucos têm conseguido balancear os dois pesos da atratividade da mão-de-obra local, conseguindo combinar alta qualificação com baixo custo. Da mesma forma, os institutos de pesquisa locais devem reunir os ativos tecnológicos que acompanham a evolução da base de conhecimento do setor, como forma de ajudar a originar os chamados "sinais de relevância" no sistema de inovação brasileiro e de aumentar a atratividade da oferta de instituições para a realização de parcerias em P&D. Isso inclui o papel das IES na formação de mão-de-obra qualificada, tornando-se imprescindível que acompanhe a evolução dos campos científicos e tecnológicos do setor.

Em suma, os fatores de atração "oferta de mão-de-obra qualificada", "custo de mão-de-obra qualificada" e "oferta de instituições para realização de parcerias" estão relacionados entre si de forma sistêmica, a partir de uma das dimensões da base de conhecimento do sistema setorial de telecomunicações: os seus campos científicos e tecnológicos. Esses três fatores de atração são influenciados também pelo dinamismo inerente à evolução dessa dimensão do sistema setorial. A forma como um país distribui a capacitação de seus insumos nos diferentes campos científicos e tecnológicos, bem como a forma com que acompanha a evolução dos mesmos, determina sua

atratividade em termos de oferta e custo desses dois insumos do sistema setorial: mão-de-obra e institutos de pesquisa.

Aplicações, usuários e demanda

As aplicações, usuários e demanda são uma segunda dimensão do conhecimento de um sistema setorial e a co-evolução delas representa uma modificação no contexto no qual as firmas operam (Malerba, 2004). A partir dessa visão dinâmica, elas trazem impactos simultâneos sobre vários fatores de atração de atividades de P&D.

Antes do fenômeno de convergência tecnológica entre telecomunicações e TI, as *aplicações* dos produtos desse sistema setorial eram basicamente serviços de voz e transmissão de dados sobre diferentes infra-estruturas. No entanto, com a convergência tecnológica foi possível também a convergência de serviços, isto é, uma mesma infra-estrutura de artefatos tecnológicos – como a rede de transmissão de uma operadora de telefonia – passou a permitir a oferta de serviços antes separados – como telefonia fixa e acesso à Internet. Isso fez com que as aplicações dos produtos de telecomunicações (voz) passassem a se somar às aplicações de TI (dados e vídeo), levando ainda à conjunção entre serviços fixos (ex: telefonia fixa) e móveis (ex: telefonia celular), permitindo assim ofertas do tipo *quadruple play* (voz, dados, vídeo e mobilidade). Dessa forma, a evolução das aplicações influencia os atributos da oferta e do custo da mão-de-obra qualificada e da oferta de instituições para realização de parcerias, uma vez que as mesmas precisam estar capacitadas nos campos científicos e tecnológicos que estão na base do desenvolvimento dessas aplicações, aspecto já tratado no item anterior.

As novas características do setor em termos de aplicações, apontadas acima, são causa e resultado da forma como os diversos mercados domésticos de serviços de telecomunicações têm evoluído. Tais mercados possuem *demandas* relacionadas a essas novas aplicações e isso traz impacto sobre a atratividade do fator "dimensão e potencial de crescimento do mercado" brasileiro. Quanto maior o alinhamento da oferta de serviços do mercado brasileiro à evolução dos mercados de outros países, maior a atratividade do país nesse quesito, já que o Brasil possui, potencialmente, um dos maiores mercados do mundo.

Isso traz efeitos também sobre a atratividade do fator "existência de operações de negócio". Se as atividades de P&D realizadas pelas subsidiárias brasileiras para atender requerimentos do

mercado local, estiverem alinhadas com a evolução dos mercados de outros países, aumentam as chances das atividades aqui realizadas apresentarem resultados que sejam relevantes para a corporação no âmbito global, o que influencia positivamente na decisão de atrair mais investimentos para essas subsidiárias.

Outra influência da crescente oferta de serviços convergentes é a necessidade do Brasil possuir uma infra-estrutura de telecomunicações – camada II do modelo de Fransman (vide Seção I.1) – que comporte os novos requerimentos derivados da nova demanda, em termos de capacidade e qualidade. Por exemplo, a explosão dos serviços de acesso à Internet através de acessos banda larga pressiona as operadoras a investirem em aumento de capacidade de escoamento de tráfego em sua rede.

Além disso, a proliferação de aplicações baseadas em software e em conteúdo digitalizado – como visualização de vídeos do YouTube e programas de compartilhamento de músicas em formato mp3 – atinge também os instrumentos de proteção à propriedade intelectual. O crescente patenteamento de produtos baseados em software e a facilidade de pirataria dos conteúdos digitais pressionam a necessidade de haver instrumentos de proteção no país que sigam as tendências mundiais e reduzam as incertezas para as firmas.

Os *usuários* de produtos do sistema setorial de telecomunicações também influenciam alguns fatores de atração de atividades de P&D. Sua influência pode ser caracterizada sob dois aspectos, um quantitativo e outro qualitativo. No primeiro caso, mais óbvio, quanto maior o número de usuários, maior a atratividade do Brasil em termos de "dimensão e potencial de crescimento do mercado". No segundo caso, uma população qualificada no usufruto de uma grande quantidade de diferentes serviços de telecomunicações pode trazer dois reflexos. Um deles é direto e atinge o fator de atração "proximidade do mercado local", no sentido de que a qualificação do mercado brasileiro como "líder", ao invés de "seguidor", poderia influenciar linhas de pesquisa voltadas ao atendimento de suas necessidades específicas e influenciar a corporação multinacional na orientação das atividades de P&D. Um outro reflexo, neste caso indireto, é a oferta de mão-de-obra qualificada. Aqui a premissa é a de que quanto maior o contato da população com os serviços de telecomunicações, maior a familiaridade dessa com os artefatos tecnológicos do setor e, portanto, da mão-de-obra potencial formada pelas IES. Além disso, quanto menor o contato da população com tais serviços, menor o interesse da mesma por cursos superiores pertencentes à

base de conhecimento do setor. Daí surgem outros reflexos indiretos. Um sobre o custo da mão-de-obra formada pelas universidades, uma vez que a escassez da oferta de formandos tende a aumentar seu custo. O outro atua sobre a oferta de instituições locais para realização de parcerias, minando a proliferação de grupos de pesquisa.

Assim como no item anterior, percebe-se que diversos fatores de atração – oferta e custo da mão-de-obra qualificada, oferta de instituições para realização de parcerias, dimensão e potencial de crescimento do mercado, proximidade do mercado local, existência de operações de negócio, instrumentos de proteção à propriedade intelectual – são influenciados simultaneamente pela forma com uma das dimensões do sistema setorial – aplicações, usuários, demanda – evolui ao longo do tempo.

É bom ressaltar que a *demand*a nos sistemas setoriais possui uma ênfase diferente da definição tradicional do termo. Ao invés de ser considerada um conjunto agregado de consumidores similares, ela é vista como composta de agentes heterogêneos, cuja interação com os produtores é modelada pelas instituições. Em outras palavras, a demanda é composta de consumidores individuais, firmas e setor público, cada um caracterizado por conhecimento, processos de aprendizado, competências e objetivos e são afetados por fatores sociais e pelas instituições (Malerba, 2004). No que concerne os consumidores, a influência da demanda já foi tratada no presente item. No entanto, essa definição de demanda exige a consideração dos demais atores do sistema setorial de telecomunicações, do tipo e estrutura de interações entre firmas e organizações extra-firma deste setor, bem como suas instituições. Isso é feito a seguir.

Atores e redes; Instituições

Malerba (2004) estabelece duas categorias de atores a serem considerados num sistema setorial: firmas e organizações extra-firma. As firmas são vistas como os atores principais em um dado sistema setorial, pois estão envolvidas na inovação, produção e venda de produtos setoriais, bem como na geração, adoção e uso de novas tecnologias. A partir da teoria evolucionista, as firmas se caracterizam por crenças, expectativas, competências e organização específicas, ao mesmo tempo em que se encontram engajadas em processos de aprendizado e acumulação de conhecimento. A segunda categoria diz respeito às organizações extra-firmas, como universidades, instituições financeiras, agências governamentais, autoridades locais, dentre outras. Essas organizações

suportam a inovação, a produção e a difusão tecnológica por parte das firmas, sendo que seu papel varia dependendo do setor em que atua. Já as instituições podem ser resumidas em normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis, padrões, dentre outros. Elas dão forma ao comportamento cognitivo e à ação dos atores, bem como afetam as interações entre os mesmos (ibid).

O presente item tem como objetivo identificar como o tipo e estrutura de interações entre firmas e organizações extra-firma, modeladas pelas instituições, influencia diversos fatores de atração de atividades de P&D. Enquanto o item anterior focou a *demandas* como sendo apenas os consumidores finais de serviços de telecomunicações, a discussão neste item também considera a participação das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações, também denominadas operadoras, enquanto demandantes de produtos setoriais. A interação entre essas últimas, as subsidiárias dos fabricantes de tele-equipamentos e as organizações extra-firma, modelada pelas instituições locais, traz inúmeros reflexos à atratividade de alguns fatores de atração de atividades de P&D.

Em primeiro lugar, há reflexos sobre o quesito "dimensão e potencial de crescimento do mercado", bem como "existência de operações de negócio". Conforme salientado na Seção II.2 e no item anterior, o Plano Geral de Metas de Universalização – imposto às operadoras em seus contratos de concessão de serviços de telefonia – focou a universalização de serviços de telefonia fixa (voz). Ao mesmo tempo, a telefonia celular (mobilidade) não possui metas de atendimento como as da telefonia fixa, mas aumentou sua presença graças à oferta de serviços pré-pagos, que permitiram suplantarem uma das barreiras ao desenvolvimento do mercado brasileiro: a renda da população. Dessa forma, as influências de uma instituição – marco regulatório – e dos interesses dos atores – atingir classes sociais de menor renda – levou o setor a focar apenas a disseminação de serviços básicos de telefonia (voz e mobilidade), para os quais o Brasil, sem dúvida, possui um dos maiores mercados do mundo. No entanto, os *novos serviços convergentes* de telecomunicações (voz, dados, vídeo, mobilidade), que devem garantir a evolução futura dos mercados em todo o mundo, como acesso banda larga, não foram alvo de políticas setoriais. Isso é preocupante, pois com o fim das ondas de investimentos provocadas pela privatização do setor de telecomunicações brasileiro, a evolução futura do mercado local permanece restringida pelos fatores limitantes discutidos na Seção II.2, como renda e geografia. Há um limitante adicional, institucional, que reside no fato da regulação brasileira não permitir a convergência entre

diferentes serviços de telecomunicações. Enquanto em países como Reino Unido, uma operadora adquire uma licença única para prestar qualquer serviço, no Brasil existem licenças distintas para cada modalidade. Por exemplo, uma operadora de telefonia fixa não tem permissão para prestar serviços de TV por assinatura ou acesso à Internet. Trata-se de uma regulação que vai na contramão da convergência tecnológica e de serviços e que restringe o desenvolvimento futuro do mercado brasileiro. Algumas prestadoras de serviço brasileiras têm utilizado diferentes interpretações da regulação para oferecerem serviços convergentes, mas a falta de uma regulação transparente gera incertezas que dificultam a decisão por investimentos futuros por parte dessas empresas e, conseqüentemente, das subsidiárias de fabricantes de tele-equipamentos. Percebe-se assim, a influência negativa sobre o fator de atração "dimensão e potencial de crescimento do mercado".

Esses limitantes que atuam contra o desenvolvimento do mercado de telecomunicações brasileiro trazem impacto sobre o quesito "existência de operações de negócio". O tamanho do mercado é um dos fatores que estimula a vinda de empresas multinacionais para o país. Vale salientar que as subsidiárias brasileiras da Siemens e da Motorola estão entre as mais importantes dentro de suas corporações. A subsidiária brasileira da Siemens está entre as dez maiores do grupo, enquanto a da Motorola se situa atrás apenas dos EUA e da China. Não por acaso, essas duas empresas estão entre as que mais realizam P&D no país. Conforme salientado no Capítulo II, há uma correlação positiva entre a existência de operações de negócio locais, a instalação de unidades fabris e o surgimento de unidades de P&D ligadas a essas. Apesar do Brasil possuir um dos maiores mercados do mundo para serviços tradicionais de telefonia (voz e mobilidade), ainda é pouco explorado em termos de novos serviços convergentes, limitando a ampliação das operações locais das subsidiárias aqui presentes, bem como a vinda de outras.

Em segundo lugar, os reflexos da interação dos atores e instituições são sentidos na baixa importância do quesito "proximidade do mercado local", conforme salientado na Seção II.2. O mercado brasileiro de serviços de telecomunicações é amplamente dominado pelas operadoras de telefonia (fixa e móvel), cuja maioria é controlada por empresas de capital estrangeiro (Leal et al., 2006). Essas últimas possuem acordos globais com seus fornecedores internacionais de tele-equipamentos para a implantação da infra-estrutura de rede e terminais, ambos baseados em equipamentos padronizados, patrocinados por entidades setoriais internacionais, como associações de fabricantes e prestadoras de serviços e órgãos de padronização. Novamente é

possível perceber a influência de uma instituição – normas e padrões – e as organizações extra-firma correlatas – entidades setoriais – sobre a interação entre os atores. Nesse sentido, a demanda local de serviços é plenamente atendida por produtos globais, uma vez que serviços básicos de telefonia fixa e celular podem ser considerados maduros e exigem apenas desenvolvimentos incrementais, o que, conforme alertado anteriormente, qualifica o mercado brasileiro como "seguidor". Conforme alertado na seção anterior, essa característica do mercado brasileiro é um fator limitante da importância do quesito "proximidade do mercado local", enquanto fator de atração de atividades de P&D para o país.

Em terceiro lugar, o tipo e estrutura de interações entre as firmas e as universidades também se reflete nos fatores "oferta de mão-de-obra-qualificada" e "oferta de instituições para a realização de parcerias de P&D". No primeiro caso, o maior ou menor distanciamento entre os requerimentos da mão-de-obra das subsidiárias e as competências adquiridas pelos alunos durante os cursos superiores oferecido pelas primeiras, afeta a própria oferta de mão-de-obra qualificada no país. No segundo caso, as formas como os dois tipos de atores – firmas e universidades – se estruturam para a realização de parcerias voltadas à P&D, bem como seu conteúdo, influenciam também a atratividade do país nesse quesito.

O tipo e a estrutura dessas interações universidade-empresa são também modeladas institucionalmente pelos instrumentos de incentivo à P&D existentes no Brasil, mais especificamente a Lei de Informática, a qual tem demonstrado ser o principal estimulante dessas interações por obrigar isso. Entretanto, a escassez de mão-de-obra qualificada e as dificuldades na interação universidade-empresa, limitantes apontados na seção anterior, são indicadores de que a rede de atores presente no Brasil apresenta deficiências que reduzem a atratividade do país em termos de oferta de mão-de-obra qualificada e oferta de instituições para realização de parcerias de P&D.

Em quarto lugar, a interação entre as firmas e os órgãos de governo influencia a utilização dos instrumentos de incentivo e financiamento à P&D e é modelada institucionalmente por diversos fatores restritivos. Conforme apontado na Seção II.2, a interação entre as firmas e as organizações financeiras, especificamente aquela voltada ao financiamento de atividades de P&D, foi apontada como pequena. Tal interação é modelada não só pelos interesses de cada um dos dois tipos de ator – empresa e órgão de financiamento – mas também por outros fatores, como altas taxas de

juros, sistema de crédito bancário distante do investimento em P&D e contingenciamento de recursos de fundos setoriais. Da mesma forma, as instituições também modelam a utilização dos instrumentos de incentivo à P&D através de alguns fatores restritivos, como dificuldades de articulação entre diferentes instrumentos e entre órgãos públicos e incertezas regulatórias.

Em quinto lugar, a interação entre as operadoras e o órgão regulador do setor – Anatel – tem impacto sobre os atributos da infra-estrutura de telecomunicações no país. Cabe à Anatel a fiscalização da qualidade e dos níveis de preços dos serviços prestados pelas operadoras, sendo que ambos atributos foram citados como limitantes da atratividade desse quesito. Entretanto, a seção anterior apontou diversos problemas na Anatel, como interferência política, cortes de orçamento e morosidade.

Em sexto lugar, a interação entre as firmas e os órgãos que regulam a propriedade intelectual no país, e as instituições em que se baseia tal interação, determinam a efetividade e a eficiência dos instrumentos de proteção à propriedade industrial. Como salientado na seção anterior, tal interação apresenta deficiências que minam a atratividade do país nesse quesito.

Finalmente, as instituições brasileiras em geral demonstram possuir diversas lacunas que interferem na atratividade da maioria, senão de todos, os fatores de atração de atividades de P&D. Na análise do ambiente sócio-político-econômico, constata-se que há uma percepção por parte dos agentes que o Brasil não oferece estabilidade macroeconômica e política e apresenta um ambiente institucional deficiente, marcado pela dificuldade de realizar negócios no país.

Assim como nos dois itens anteriores, diversos fatores de atração de atividades de P&D – todos, neste caso – co-evoluem devido à influência da evolução de uma das dimensões do sistema setorial: atores e instituições.

Em suma, pode-se perceber pela discussão apresentada neste item, que os fatores de atração de atividades de P&D não são elementos isolados, mas co-evoluem através da interação com as diferentes dimensões do sistema setorial de telecomunicações: campos científicos e tecnológicos; aplicações, usuários e demanda; atores e redes; e instituições. A discussão apresentada neste item permite algumas conclusões.

A Figura II.7 mostra que os fatores relacionados à oferta e ao custo de mão-de-obra qualificada e

à oferta de instituições para realização de parcerias são influenciados simultaneamente por *todas* as dimensões do sistema setorial: campos científicos e tecnológicos aplicações, usuários, demanda, redes, atores e instituições. Isso se conforma na grande influência que as características específicas do setor de telecomunicações exercem sobre um dos insumos do sistema setorial para as atividades de P&D: a *existência de ativos tecnológicos*, aqui entendida como a mão-de-obra qualificada e a oferta de instituições para realização de parcerias. Pode-se concluir que esse é o principal elemento que determina a escolha da localização dos investimentos nesse tipo de atividade.

Os fatores de atração relacionados ao mercado também são importantes, principalmente aqueles relacionados ao seu tamanho: dimensão e potencial de crescimento do mercado, proximidade do mercado local, existência de operações de negócio e infra-estrutura básica de telecomunicações. Todos eles são influenciados simultaneamente por diversas dimensões do sistema setorial: usuários, demanda, redes, atores e instituições. Em outras palavras, a *existência de um grande mercado consumidor* pode ser considerado o segundo maior determinante na escolha dos países. Os atributos do mercado nacional são importantes para atração de operações de negócio para o país, que por sua vez potencializam o surgimento de unidades de P&D para suportá-las e, principalmente, aumentam o poder de influência da subsidiária sobre a corporação.

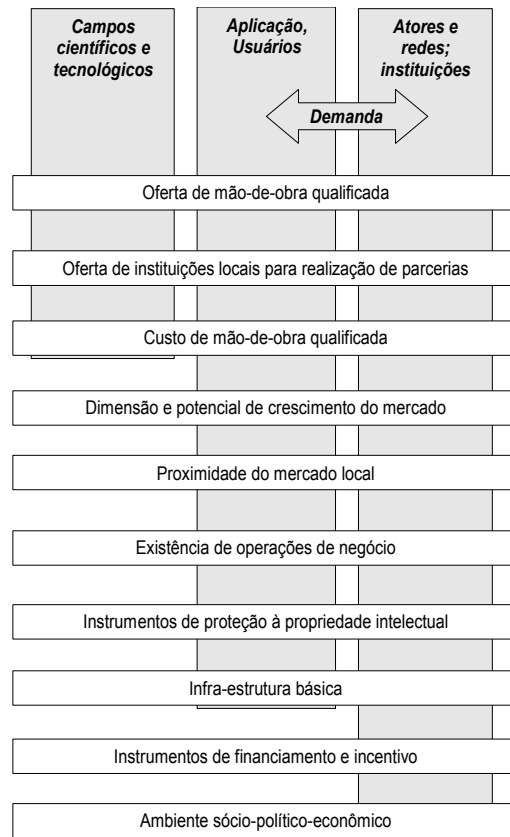


Figura II.7: Inter-relação entre fatores de atração de atividades de P&D

Essas duas conclusões permitem a elaboração de uma terceira conclusão. A existência de diversos limitantes relacionados aos fatores de atração ligados à existência de ativos tecnológicos surge como o maior entrave à competitividade do Brasil na atração de investimentos em atividades de P&D. Limitantes como a baixa oferta dos cursos de C&E ligados a telecomunicações e baixa qualidade da mão-de-obra formada por esses cursos são um grande obstáculo da atração desses investimentos. Adicionalmente, os limitantes relacionados aos fatores de atração ligados à existência de um grande mercado consumidor são o segundo maior entrave à competitividade do país. Não por acaso, um país como a China, com ampla oferta de mão-de-obra e um mercado consumidor gigantesco, tem se tornado um dos maiores atratores de investimentos em atividades de P&D, apesar de possuir limitantes relacionados aos outros fatores de atração, como proteção à propriedade intelectual e ambiente de negócios. Além disso, aqueles dois limitantes determinam não somente o montante a ser investido no Brasil, mas também o conteúdo das atividades tecnológicas derivadas dele, conformando o quadro em que se encontra o

país em termos de atividades de P&D realizadas pelas subsidiárias aqui localizadas: escopo restrito e investimento relativamente pequeno, quando comparado a China e Índia.

CONCLUSÃO

O Capítulo I apresentou como as grandes transformações econômicas e tecnológicas levaram as empresas multinacionais a ocupar o papel principal nas atividades de P&D do setor de telecomunicações. Tais atividades são organizadas internacionalmente a partir das estratégias de inovação dessas empresas, as quais estão localizadas em alguns poucos países, principalmente EUA, Europa, Japão, Canadá, Coréia e China. Num setor caracterizado pela alta complexidade das atividades de P&D, bem como pela modularização e interoperabilidade dos diversos elementos que compõe um artefato tecnológico e seus processos correlatos, torna-se possível a divisão do trabalho envolvido nessas atividades. O potencial de dispersão das atividades de P&D no setor de telecomunicações é posto em prática através de diferentes padrões organizacionais que buscam suprir a necessidade de internacionalização das mesmas, a qual é oriunda da globalização do setor, de suas pressões competitivas e da mudança na própria base de conhecimento necessária às atividades de inovação. As evidências empíricas apresentadas naquele capítulo comprovam que o processo de internacionalização ocorre, no entanto está concentrado em poucos países, dentre os quais China e Índia vêm ocupando importante papel na atração de investimentos voltados a atividades de P&D no setor de telecomunicações.

A conformação de um cenário de internacionalização concentrada remeteu a pesquisa para a busca dos elementos que explicam os motivos que levam o Brasil a ter uma participação minoritária na atração de investimentos voltados a atividades de P&D. O Capítulo II mostrou as evidências dessa pequena participação através de um resumo das principais atividades de P&D realizadas por um conjunto de subsidiárias de fabricantes de equipamentos de tele-comunicações nas últimas décadas. Nesse resumo, foi constatada a concentração em atividades de adaptação e desenvolvimento de produto e em alguns nichos tecnológicos, como software para centrais telefônicas e redes celulares, sendo que em algumas atividades e nichos o país é considerado centro de competência ou excelência. Em comparação com China e Índia, há pouca atividade de P&D no país e esta possui escopo restrito.

Partiu-se então para o levantamento dos principais fatores de atração de atividades tecnológicas para determinado país, dos quais foi escolhido um subconjunto para a realização de uma análise detalhada que levou em consideração aspectos específicos do setor de telecomunicações, no âmbito global e brasileiro. Os fatores de atração analisados foram agrupados da seguinte forma:

fatores internos à lógica da P&D (oferta de mão-de-obra qualificada; oferta de instituições para realização de parcerias em P&D; custo da mão-de-obra qualificada; dimensão e potencial de crescimento do mercado; proximidade do mercado) e externos à lógica da P&D (existência de operações de negócio; instrumentos de proteção à propriedade industrial; infra-estrutura básica; instrumentos de financiamento e incentivos à P&D; e ambiente sócio-político-econômico). A análise teve como resultado uma lista de elementos que limitam a atratividade do Brasil, que vão desde baixos índices de população com acesso à educação até a dificuldade de realizar negócios no país:

Limitantes internos à lógica da P&D

- Baixa oferta dos cursos de C&E mais ligados a telecomunicações e qualidade da mão-de-obra formada por esses cursos;
- Pouca importância relativa do setor na escolha de carreira;
- Concorrência com o setor de TI por mão-de-obra;
- Estratégia de P&D da multinacional;
- Dificuldades na interação universidade-empresa;
- Tendência inflacionária dos salários do setor;
- Encargos sociais;
- Renda; geografia e qualificação da população;
- Qualificação do mercado brasileiro em comparação com outros mercados ("seguidor" vs "líder");
- Natureza das atividades de P&D no setor.

Limitantes externos à lógica da P&D

- Concentração de esforços locais em "DP" e "adaptação", e em software para telefonia fixa e celular;
- Baixa inserção de grande parte das subsidiárias locais na rede de P&D interna da cooperação;
- Baixa efetividade e eficiência do sistema brasileiro de proteção à propriedade intelectual;
- Qualidade e alto custo dos serviços de telecomunicações;
- Sistema de crédito bancário distante do investimento em P&D;
- Altas taxas de juros;
- Contingenciamento de recursos de fundos setoriais;
- Incertezas regulatórias;
- Burocracia e lentidão;
- Limitações da Lei de Informática;
- Dificuldades de articulação entre diferentes instrumentos e entre órgãos públicos;
- Instabilidade macroeconômica e política;
- Ambiente institucional deficiente;
- Dificuldade de realizar negócios no país.

Em seguida, o Capítulo II ainda mostrou de forma resumida como os diferentes fatores de atração co-evoluem através das inter-relações entre os mesmos, oriundas da influência de diferentes dimensões do sistema setorial de telecomunicações (campos científicos e tecnológicos, usuários, aplicações, demanda, atores, redes e instituições). O quadro apresentado permitiu concluir que a existência de ativos tecnológicos para a realização de atividades de P&D é o principal elemento determinante para a escolha da localização dos investimentos nesse tipo de atividade, bem como a existência de um grande mercado consumidor que fomenta o estabelecimento de operações de negócios por parte das empresas, potencialize o surgimento de unidades de P&D para suportá-las e, principalmente, aumente poder de influência da subsidiária sobre a corporação. Esses dois elementos podem então ser considerados os principais entraves à atratividade do Brasil em termos de investimentos em atividades de P&D, fruto de seus diversos limitantes relacionados aos dois.

Em suma, a partir da análise isolada de cada um dos fatores de atração de investimentos em P&D, a Seção II.2 elencou alguns elementos que limitam a inserção das subsidiárias brasileiras na rede internacional de P&D no setor de telecomunicações, identificada no Capítulo I, e levam ao quadro em que se encontra o país, conforme Seção II.1. A Seção II.3 mostrou que há diversas inter-relações entre esses fatores de atração, devido à forma como as diferentes dimensões do sistema setorial de telecomunicações, e sua evolução, influenciam cada desses fatores.

A análise realizada ao longo desta dissertação, permite inferir algumas conclusões adicionais, em termos de implicações para a formulação de políticas públicas de atração de investimentos em P&D nas subsidiárias brasileiras de empresas multinacionais do setor de telecomunicações.

Em primeiro lugar, é imprescindível a existência de políticas públicas para que esse tipo de investimento seja atraído para o Brasil, país cujo setor de telecomunicações é dominado pelas empresas multinacionais. A importância da Lei de Informática para o surgimento de laboratórios de P&D locais e o atual quadro de inserção limitada do país nas redes globais de P&D mostram que sem instrumentos que estimulem o investimento em atividades de P&D, dificilmente o país conseguirá ampliar sua inserção internacional e, devido à constante evolução do setor, até manter sua atual posição.

Em segundo lugar, aproveitando as conclusões apresentadas no final do Capítulo II, é fundamental haver um esforço local voltado ao fortalecimento dos ativos tecnológicos existentes no país. Isso envolve formação de uma ampla oferta de mão-de-obra qualificada no país, o que requer desenvolver capacitação nos IES e nos institutos de pesquisa locais. Para tanto, deve ser feita uma definição estratégica de quais campos científicos e tecnológicos o país deve reunir maior capacitação. Isso pode ser feito através de instrumentos de prospecção tecnológica que verifiquem possíveis caminhos evolutivos do setor, consultando inclusive as próprias matrizes das empresas multinacionais quanto às suas necessidades de mão-de-obra. Tal definição estratégica deve levar em consideração também os diferentes tipos de atividades de P&D que derivam dos inúmeros campos científicos e tecnológicos e das aplicações baseadas nos mesmos, e como essas atividades podem ser classificadas como *commodities* – que terão a atratividade ligada a custo – ou como escassas – cuja atratividade está mais relacionada ao conhecimento técnico. O próprio custo da mão-de-obra brasileira é um fator passível de políticas que visem a redução da carga tributária sobre esse insumo do sistema setorial. É necessário também que seja

promovido o acesso da população aos cursos de C&E que guardam relação estreita com as TICs em geral, bem como a melhoria da qualidade dos mesmos. Finalmente, o estreitamento entre a grade curricular desses cursos e as necessidades das empresas também é uma forma de promover a formação da mão-de-obra qualificada.

A implicação apontada no parágrafo anterior inclui a necessidade de promoção da aproximação entre as IES e as empresas. As dificuldades na interação universidade-empresa são um forte obstáculo à atratividade do país na oferta de instituições para a realização de parcerias. É necessário que haja "sinais de relevância" oriundos de um maior contato entre os dois tipos de organização, não só para a promoção de parcerias, mas também para a constituição de um corpo docente e discente alinhado às tendências da indústria do setor. A Lei de Informática é o maior estímulo a essa interação, no entanto, outros instrumentos que poderiam ser utilizados para tal, como a Lei do Bem e a Lei de Inovação, ou não têm seu uso permitido ou ainda carecem de maior maturidade para reduzir as incertezas regulatórias quanto ao seu uso. Torna-se necessário também que haja a consolidação do marco regulatório que define as parcerias público-privadas.

Em terceiro lugar, há necessidade de ações de promoção da disseminação dos serviços de telecomunicações, como forma de fortalecer os insumos mercadológicos do país. Esse problema pode ser atacado em duas frentes: aplicações e usuários. No primeiro caso, é preciso promover a proliferação dos novos serviços convergentes. Isto exige, primeiramente, o alinhamento do marco regulatório do setor às tendências internacionais, de forma a permitir legalmente a oferta desses serviços e reduzir as incertezas regulatórias quanto a isso. Os limitantes gerais relacionados a renda e geografia podem ser alvo de políticas setoriais que visem levar os serviços de telecomunicações aos pontos onde não há interesse econômico por parte das operadoras. Isso já foi feito no passado através do PGMU, cujo objetivo foi a universalização dos serviços de telefonia fixa. A utilização de uma obrigação similar para os novos serviços convergentes ainda é um tema não consolidado na comunidade internacional. Uma forma de operacionalizar esse objetivo é estabelecer e consolidar um marco regulatório quanto à parceria público-privada, de forma que haja benefícios econômicos às operadoras e aos demais agentes. Outra forma, complementar, é a utilização do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST), que desde a sua criação ainda não foi utilizado devido a imbróglis regulatórios. Os limitantes gerais também podem ser atacados pela redução da carga tributária sobre os serviços de telecomunicações, a maior entre os países concorrentes pesquisados. É preciso também que

seja garantida a isonomia da Anatel para que ela possa exercer sua função de controle do custo e da qualidade dos serviços de telecomunicações, reduzindo não só as incertezas regulatórias, mas também ajudando na aplicação das políticas de governo de fomento ao desenvolvimento do mercado e na atratividade da infra-estrutura local. A disseminação dos novos serviços convergentes também requer um forte combate à pirataria, uma vez que o conteúdo dos mesmos é digitalizado e, portanto, é passível de apropriação ilegal. A outra frente de ataque ao problema de promoção do mercado brasileiro de serviços de telecomunicações são os usuários. Aqui, além do limitante relacionado à renda, há um outro que deve ser alvo de políticas públicas: a capacitação da população. Para tal, deve ser promovido o amplo acesso à educação por parte da população, mas, além disso, é necessário que a mesma esteja capacitada em informática e possua computador para acessar os serviços. Programas governamentais como Um Computador por Aluno e Computador para Todos vão nessa linha e devem ser estimulados, assim como serviços do tipo eGov (governo eletrônico).

Em quarto lugar, surgem diversas outras implicações relacionadas aos demais entraves salientados na análise do Capítulo II, como a necessidade de facilitar o acesso das empresas aos instrumentos de financiamento e incentivo P&D e de melhorar a efetividade e eficiência dos instrumentos de proteção à propriedade intelectual.

Finalmente, de nada adianta um país agregar diversos fatores de atração, se os atores não conseguirem demonstrar seus atributos e comunicar suas vantagens para as grandes corporações internacionais. A existência de vantagens comparativas no Brasil só pode gerar frutos, como a atração de investimentos de P&D, se existir um programa de promoção da imagem do país no exterior. O desconhecimento das competências e oportunidades existentes no país, bem como de seus resultados em projetos de P&D, é um grande limitante à sua atratividade. Surge, portanto, uma implicação do Estado se empenhar na construção de bases estatísticas confiáveis que permitam a consulta de dados relevantes à escolha de determinado país para receber investimentos em P&D. Os fatores de atração aqui analisados, bem como os diversos indicadores utilizados ao longo das respectivas análises, oferecem algumas sugestões acerca do tipo de informação que deve fazer parte de tal base de dados. É importante também haver um esforço paralelo de acompanhamento dos mesmos indicadores dos principais países concorrentes do Brasil, de forma que possa servir de insumo na construções de "ofertas" às multinacionais do setor. Isso procura trazer impacto sobre todos os fatores de atração, uma vez que visa comunicar

a qualificação de cada um deles.

As implicações apresentadas surgem a partir das perspectivas trazidas à tona pelos insumos adquiridos em cada uma das seções desta dissertação, ou seja, elas levam em consideração as tendências de internacionalização da P&D no setor de telecomunicações (Capítulo I), o papel das subsidiárias brasileiras gerado pela atribuição de mandatos de P&D, os elementos que determinam tal papel e a forma como esses últimos co-evoluem através das diferentes dimensões que compõem o setor (Capítulo II).

Esta dissertação procurou alertar para a importância de se considerar especificidades setoriais quando da realização de análises econômicas. Para tanto, estudou um tema específico – a internacionalização das atividades de P&D – e utilizou um modelo de análise – sistemas setoriais – que suportasse a consideração de tais especificidades no esmiuçamento de um problema de pesquisa – identificação dos limitantes da atividade brasileira em termos de atividades tecnológicas. Esse modelo de análise, mais especificamente os Sistemas Setoriais de Inovação, permitiu ao autor uma visão multidimensional, integrada e dinâmica da inovação em um determinado setor, utilizando contribuições de diferentes tradições teóricas – mudança e transformação de setores, ligações e interdependências que determinam as fronteiras setoriais, sistemas de inovação e teoria evolucionista (Malerba, 2002). O estudo de setores industriais a partir da abordagem dos sistemas setoriais possui algumas vantagens, como uma melhor compreensão das estruturas e fronteiras de um setor – algo extremamente sensível no caso das telecomunicações, devido à convergência – dos agentes e suas interações, dos processos de inovação, das transformações dos setores e dos fatores na base do desempenho diferencial das firmas e países em determinado setor. Pode-se concluir que a abordagem dos sistemas setoriais oferece uma noção de “estrutura setorial” diferente daquela utilizada pela economia industrial, na qual a estrutura está relacionada principalmente ao conceito de estrutura de mercado e integração vertical e diversificação. A sugestão de Malerba é de considerar a “estrutura setorial” como as ligações entre os artefatos os relacionamentos entre os agentes, oferecendo assim uma visão mais abrangente que aquela baseada na troca-competição-comando. Portanto, o estudo realizado permitiu preencher algumas lacunas da literatura tradicional de economia industrial, mais especificamente aquelas relacionadas ao papel das organizações extra-firma, das relações entre os atores e das transformações setoriais em termos de fronteiras, atores, produtos e estrutura. Dessa forma, esta dissertação oferece uma riqueza de insumos para a elaboração de políticas públicas

que foquem em um determinado setor, no caso, telecomunicações, e que requerem a consideração da dinâmica sistêmica dos elementos que o compõe ou que têm relação com o setor.

Existem algumas limitações neste trabalho de pesquisa. Uma delas diz respeito à escolha de determinadas dimensões, unidades de análise e indicadores que não necessariamente são os mesmos utilizados em outros trabalhos de pesquisa. Por exemplo, algumas dimensões dos sistemas setoriais não foram abordadas em profundidade nesta pesquisa, como os processos de aprendizado e os processos de geração de variedade e de seleção (Malerba, 2002 e 2003), os quais podem ser pertinentes numa análise mais detalhada de alguns fatores de atração, como a oferta de instituições para realização de parcerias de P&D. A heterogeneidade dos estudos setoriais traz reflexos quanto à possibilidade de comparação de seus resultados com aqueles oriundos de outros trabalhos. Uma segunda limitação deriva da metodologia utilizada. O levantamento de dados utilizou o método de pesquisa em fontes secundárias. Algumas referências utilizadas podem ser consideradas pouco recentes, o que traz limitações quanto ao seu valor, principalmente num estudo como este, sobre um setor que sofre de grandes transformações estruturais. Além disso, alguns dados aqui utilizados são oriundos de notícias veiculadas na imprensa especializada no setor, as quais não necessariamente oferecem informações com o nível de detalhe ou com a precisão que se deseja.

Este trabalho permitiu ao autor identificar futuras direções para o aprofundamento da pesquisa. Uma delas visa reduzir uma das limitações da metodologia adotada, através de pesquisa de campo que levante dados de fontes primárias. Há espaço para a elaboração de questionários que sirvam de base para entrevistas com representantes dos principais atores setoriais elencados nesta dissertação, como as subsidiárias das empresas multinacionais, seus fornecedores, clientes e parceiros em atividades de P&D, as entidades setoriais e os órgãos governamentais. Cada um dos fatores de atração aqui analisados pode ser melhor compreendido através do uso desse tipo de informação. Uma outra futura direção para a pesquisa deriva do modelo de análise utilizado. A visão sistêmica de um setor, que leve em consideração as interdependências entre os diferentes elementos que o compõem, o influenciam e são influenciados por ele, oferece um amplo campo de pesquisa. A criação de um modelo teórico e computacional baseado em dinâmica de sistemas pode oferecer insumos adicionais para a elaboração de políticas públicas que levem em consideração realimentações que geram resultados impossíveis de se prever quando a análise é feita de forma linear. Essa pesquisa também pode ser enriquecida com a inclusão da análise dos

outros fatores de atração de atividades de P&D mencionados pela literatura, mas que não foram incluídos aqui. Além disso, o trabalho poderia ser replicado na análise de outros setores, de forma a compôr uma base de informações rica em insumos que contribuam para a literatura de taxonomias setoriais. Finalmente, as implicações e sugestões de políticas públicas aqui colocadas oferecem grande campo para detalhamento posterior das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBOS, Björn; SCHLEGELMILCH, Bodo (2004). The use of international R&D teams: an empirical investigation of selected contingency factors. *Jornal of World Business*, v. 39, n. 1, p. 37-48, fev. 2004.

AMCHAM-BRASIL (2006). *Anatel sofre interferência política, registra estudo da Amcham*. Disponível em: <http://www.amcham.com.br/update/arquivo_noticias_html>. Acesso em: 25 out. 2006.

ANGERAMI, Silvia; MARTINS, Ivan (2007). O teste de Rosana. *Época Negócios*, São Paulo, n. 2, p. 120-123, abr. 2007.

ARES, Graziela (2002). *Internacionalização da P&D: uma discussão a partir dos modelos de configuração das atividades tecnológicas da firma*. 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2002

BARBIERI, Cristiane (2006). Ericsson abre a vela. *Isto É*, São Paulo, n. 437, p. 36-37, 1 fev. 2006.

BARBOSA, Denis Borges (2004). Trips e a experiência brasileira. In: SIMPÓSIO FRANCO-BRASILEIRO SOBRE A PROPRIEDADE INTELECTUAL NO DOMÍNIO DA SAÚDE: ASPECTOS ECONÔMICOS, JURÍDICOS E LEGISLATIVOS, 2004, Brasília. Disponível em: <<http://www.aids.gov.br>>. Acesso em: 6 ago. 2004.

BEKKERS, Rudi; DUYSTERS, Geert; VERSPAGEN, Bart (2002). Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure: the case of GSM. *Research Policy*, v. 31, n. 7, p. 1141-1161, set. 2002.

BEKKERS, Rudi; VERSPAGEN, Bart; SMITS, Jan (2002). Intellectual property rights and standardization: the case of GSM. *Telecommunications Policy*, v. 26, n. 3-4, p. 171-188, abr.-mai. 2002.

BLOMQVIST, Kirsimarja M.; KYLÄHEIKO, Kalevi (2000). Main challenges of knowledge management: telecommunications sector as an example. In: INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MANAGEMENT OF TECHNOLOGY 2000 CONFERENCE, 2000, Miami. *Proceedings*. 2000.

BORGES, André (2006). Motorola injeta US\$ 9 milhões em Recife. *ComputerWorld*, 31 mai. 2006. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em 2 jun. 2006.

BORZO, Jeanette (2004). *Scattering the seeds of invention: the globalisation of R&D*. The Economist Intelligence Unit, 2004. Disponível em: <http://graphics.eiu.com/files/ad_pdfs/RnD_GLOBILISATION_WHITEPAPER.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2006.

BRASIL (2005). Ministério da Ciência e Tecnologia. FINEP. Diretório da Pesquisa Privado. *Relatório setorial final: telecomunicações*. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/portaldpp/index.asp>>. Acesso em: 23 fev. 2006.

BRASIL (2006a). Ministério da Ciência e Tecnologia. *Conceituação em pesquisa, desenvolvimento e inovação na legislação do setor de tecnologia da informação, processos produtivos básicos, produtos e portarias empresas incentivadas*. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/13444.html>>. Acesso em: 31 mai. 2007.

BRASIL (2006b). Ministério das Comunicações. *Resolução nº 40*. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/sites/600/695/00002280.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2007.

BRASSCOM (2005). *Desenvolvimento de uma agenda estratégica para o setor de “IT off-shore outsourcing”*. Brasília: ATKearney, 2005. Disponível em: <<http://www.brasiloutsourcing.com.br/brasil2007/palestras/BRASSCOM%20AT%20Kearney.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2006.

BRAUN, Daniela (2005). Motorola investe US\$ 5 mi em centros de P&D. *IDGNow*, 2 mar. 2005. Disponível em: <<http://ignow.uol.com.br>>. Acesso em 10 abr. 2006.

BRISA (2007). *LG Electronics e BRISA consolidam e ampliam a parceria em projetos na área de mobilidade*. Disponível em: <<http://www.brisa.org.br>>. Acesso em: 4 jul. 2007.

CARVALHO, Sérgio Medeiros Paulino de (2003). *Propriedade intelectual na agricultura*. 2003. Capítulo 2. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2003.

CARVALHO, Sérgio Medeiros Paulino de et al. (2002). Tendências focalizadas em propriedade intelectual, transferência de tecnologia e informação tecnológica no Brasil. In: XXII SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2002, São Paulo. *Anais*. São Paulo: Núcleo de

Política e Gestão Tecnológica, Universidade de São Paulo, 2002.

CASADIO, Gustavo (2006). Siemens cria centro de P&D para TV digital em Manaus. *Revista Nacional de Telecomunicações*. Conexão. p. 1-3. 2006. Disponível em: <<http://www.rnt.com.br/rnt/edicoes/conexao/0603.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2007.

CASTELLS, Manuel (1999). *A sociedade em rede*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1999.

CEDET (2005). Motorola investe US\$ 5 milhões em novos centros de P&D. Disponível em: <<http://www.cedet.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

CEPAL (2002). *Globalización y desarrollo*. Santiago: United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean. 2002.

CGIBR (2006). *Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil: TIC domicílios e TIC empresas*. 2005. Brasília: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2006. 306 p.

CHAUDHRY, Peggy E. (2006). Changing levels of intellectual property rights protection for global firms: a synopsis of recent U.S. and EU trade enforcement strategies. *Business Horizons*, v. 49, n. 6, p. 463-472, nov.-dez. 2006.

CHEROBINO, Vinicius (2007). Brasil não é competitivo para exportar serviços por não falar inglês. *ComputerWorld*, 16 abr. 2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em 18 abr. 2007.

CHIESA, Vittorio (1995). Globalizing R&D around centres of excellence. *Long Range Planning*, v. 28, n. 6, p. 19-28, dez. 1995.

CHIESA, Vittorio (2001). *R&D strategy and organisation: managing technical change in dynamic contexts*. Londres: Imperial College Press, 2001, 276 p.

CLOODT, Myriam; HAGEDOORN, John; ROIJAKKERS, Nadine (2006). Trends and patterns in inter-firm R&D networks in the global computer industry: a historical analysis of major developments during the period 1970-1999. In: THE FUTURE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICY, 2006, Brighton. *Conference papers*. Brighton: SPRU, 2006.

COELHO, José Ricardo Roriz (2006). A visão empresarial da nova institucionalidade. In: SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEGURANÇA JURÍDICA, 2006, São

Paulo. *Seminário Inovação Tecnológica e Segurança Jurídica – Contribuições ao debate*. São Paulo: CGEE, 2006.

COMPUTERWORLD (2007). Softex terá novos editais para programa de formação de mão-de-obra em software. *ComputerWorld*, 20 mar. 2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em: 11 abr. 2007.

CORDER, Solange; SALLES-FILHO, Sérgio (2004). Financiamento e incentivos ao sistema nacional de inovação. *Parcerias Estratégicas*, n. 19, p. 129-163, dez. 2004.

CPQD (2004). O desenvolvimento, como parte da estratégia de negócios. Disponível em: <<http://www.cpqd.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2006.

CRISTONI, Inaldo (2006). Déficit de profissionais abala setor de software. *ComputerWorld*, 4 set. 2006. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em: 5 set. 2006.

CUKIER, Kenneth (2005). Survey: patents and technology. *The Economist*, 20 out. 2005. Disponível em: <<http://www.economist.com>>. Acesso em: 2 mai. 2007.

DAGNINO, Renato (2004). C&T no nível local: uma proposta de esquerda. *Espacios*, v. 25, n. 3, 2004.

DAUSCHA, Ronald Martin (2004). Gestão da Tecnologia na Siemens Ltda. In: *Fórum de Líderes Empresariais*, n. 11, nov. 2004. p. 54-57.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT (2005). *The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index*. Economist Intelligence Unit, 2005. 4 p. Disponível em: <<http://www.economist.com>>. Acesso em 16 jun. 2007.

ENGELSTAD, Paal (2000). *Scientific structures and research programs in digital communication*. Disponível em: <http://www.unik.no/~paalee/publications/Pardigms_in_dig_comm3.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2006.

ERNST, Dieter (2004). The complexity and internationalization of innovation: the root causes. In: UNCTAD. *Globalization of R&D and developing countries*. Nova Iorque e Genebra: 2005. p. 61-87.

FEITOZA, Geraldo (2005). *Seminário MCT: resultados alcançados*. Disponível em:

<http://www.mct.gov.br/upd_blob/2023.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2007.

FOLHA INOVAÇÃO (2004). Siemens: divisão de telecomunicação faz a diferença no mercado. *Folha Inovação*, n. 19, out. 2004. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br>>. Acesso em: 17 abr. 2007.

FONSECA, João Carlos (2007). Bornhausen: carga tributária injusta com o setor que é base para o desenvolvimento do País. *Telebrasil Online*, 25 mai. 2007. Disponível em: <<http://www.telebrasil2007.com.br>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

FRANCO, Eliane (2004). *Estratégias tecnológicas de empresas multinacionais no Brasil: diversidade e determinantes*. 2004. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2004.

FRANSMAN, Martin (2002a). Mapping the evolving telecoms industry: the uses and shortcomings of the layer model. *Telecommunications Policy*, v. 26 , n. 9-10, p. 473-483, out.-nov. 2002.

FRANSMAN, Martin (2002b). *Telecoms in the Internet Age: From Boom to Bust To?* Oxford: Oxford University Press, 2002. 290 p.

FUOCO, Taís (2007). Ministro promete retomar projeto que incentiva criação de empregos na área de TI. *ComputerWorld*, 10 abr. 2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em: 11 abr. 2007.

FUSCO, Camila (2007). América Latina é destino de apenas 8% dos projetos de offshore de TI. *ComputerWorld*, 28 fev. 2007. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em: 18 jun. 2006.

GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro (2001). O envolvimento do Brasil no desenvolvimento tecnológico do setor de telecomunicações. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2001, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: 2001.

GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro (2003a). *Desenvolvimento global de produtos: o papel das subsidiárias brasileiras de fornecedores de equipamentos do setor de telecomunicações*. 2003. 311 p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2003.

GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro (2003b). *Promoção da inovação na Ericsson do Brasil*.

[S.l.], ago. 2003.

GODOE, Helge (2000). Innovation regimes, R&D and radical innovations in telecommunications. *Research Policy*, v.29, n. 9, p. 1033-1046, dez. 2000.

GOLDSTEIN, Harry; HIRA, Ronil (2004). Spectrum R&D 100: the world's biggest R&D spenders. *IEEE Spectrum*, v. 41, n. 11, p. 61-65, nov. 2004.

HENTEN, Anders; FALCH, Morten; TADAYONI, Reza (2004). New trends in telecommunication innovation. In: EURO CPR. Barcelona. 2000. *Working papers*. Disponível em: <http://www.idate.fr/fic/revue_telech/205/CS54_HENTEN_FALCH_TADAYONI.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2006.

HUGHES, Thomas P. (1989). The evolution of large technological systems. In: BIJKER, Wiebe; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (eds.). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press, 1989. p. 49- 82.

IDC (2006). *Barômetro Cisco da banda larga: análise de mercado 2º semestre/2005 1º trimestre/2006*. Disponível em: <<http://www.idc.com>>. Acesso em 12 mai. 2006.

IDC (2007a). *Estudo Sobre Pirataria de Software Global 2006*. Business Software Alliance. 2007. 21 p.

IDC (2007b). *Barômetro de Banda Larga no Brasil, 2005-2010*. IDC Brasil, 2007. 27 p.

IDC (2007c). *Information society index*. Disponível em: <<http://www.idc.com/groups/isi/main.html>>. Acesso em 15 jun. 2007.

IDGNow (2006). Samsung investe R\$ 1 milhão em centro de telefonia móvel no Recife. *IDGNow*, 03 jul. 2006. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br>>. Acesso em 7 jul. 2006.

INATEL (2005). Ericsson investe e olha o usuário final. *Educação+Tecnologia+Negócios*, p. 26-27, 23 nov. 2005.

KEKIC, Laza (2007). *The Economist Intelligence Unit's index of democracy*. The Economist Intelligence Unit, 2007. 11 p. Disponível em: <http://www.economist.com/media/pdf/DEMOCRACY_INDEX_2007_v3.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2007.

LEAL, Rodrigo Lima Verde (2006). The role of technological partnerships in the

telecommunications sector. In: THE FUTURE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICY, 2006, Brighton. *Conference papers*. Brighton: SPRU, 2006.

LEAL, Rodrigo Lima Verde et al. (2006). *Telecomunicações*: nota técnica setorial referenciada no território. Campinas: CPqD, nov. 2006. 73 p.

LEIPONEN, Aija (2005). Clubs and standards: the role of industry consortia. In: STANDARDIZATION OF WIRELESS TELECOMMUNICATIONS, 2005, Helsinki. *Discussion papers*. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2005.

LOBATO, Elvira (2006). União desvia R\$ 16 bi de telecomunicações. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 15 out. 2006. Dinheiro. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/inde15102006.htm>>. Acesso em: 16 out. 2006.

LOCOMONITOR (2006). Disponível em: <<http://www.locomonitor.com>>. Acesso em: 19 jul. 2006.

LOEWENDAHL, Henry (2004). *Export-oriented services*: FDI in developing countries. Disponível em: <http://www.locomonitor.com/index.cfm?page_title=Downloads>. Acesso em: 19 jul. 2006.

LOURAL, Claudio de Almeida et al. (2006). Technological development of Brazilian telecommunications in past decades. *Telematics and Informatics*, v. 23, n. 4, nov. 2006, p. 294-315.

MALERBA, Franco (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, fev. 2002. p. 247-264.

MALERBA, Franco (2003). Sectoral systems and innovation and technology policy. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 2, n. 2, jul./dez. 2003.

MALERBA, Franco (2005). *Innovation and the evolution of industries*. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/cri/cespri/wp172.html>>. Acesso em: 10 jul. 2005.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi (1996). Technological regimes and firm behavior. In: DOSI, G. e MALERBA, F. (eds.). *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*. Londres: MacMillan, 1996.

MANI, Sunil (2004). *Coping with globalization: public R&D projects in telecommunications technologies in developing countries*. Disponível em: <http://cds.edu/download_files/364.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2005.

MATSUMOTO, Craig (2006). Cisco Hearts India. Disponível em: <<http://www.lightreading.com>>. Acesso em: 12 dez. 2006.

MININ, Alberto Di; PALMBERG, Cristopher (2006). Revisiting the case of non globalization in the wireless telecommunications industry. In: TECHNOLOGY TRANSFER SOCIETY 2006 CONFERENCE, 2006, Atlanta. *Proceedings*. Atlanta: Georgia Institute of Technology, set. 2006. Disponível em: <<http://www.cherry.gatech.edu/t2s2006/papers/diminin-2012-T.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2006

MOREIRA, Daniela (2006). Brasil x Índia: oportunidades e desafios na exportação de software. *IDGNow*, 6 dez. 2006. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br>>. Acesso em: 1 mar. 2007.

MOTOROLA (2006). *Motorola technology*. Disponível em: <<http://www.motorola.com>>. Acesso em: 19 out. 2006.

NGUYENPHAT, Christina; MILCZAREK, Agnieszka (2006). *R&D of multinationals*. Solvay Business School. 2006.

NOKIA (2006). *Lab locations*. Disponível em: <<http://research.nokia.com/locations/index.html>>. Acesso em: 16 nov. 2006.

NORTEL (2007). *Nortel do Brasil*. Disponível em: <<http://www.nortel.com.br>>. Acesso em: 3 jul. 2007.

O ESTADO DE SÃO PAULO (2006). Motorola investirá US\$ 9 milhões em pesquisa tecnológica no Recife. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 01 jun. 2006. Vida Digital. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/tecnologia/noticias/2006/jun/01/106.htm>>. Acesso em: 2 jun. 2006.

OECD (2004). *OECD Science, technology and industry outlook*. OCDE Publishing, 2004.

OECD (2005). *OECD communications outlook 2005*. OCDE Publishing, 2005.

OECD (2006). *OECD Science, technology and industry outlook*. OCDE Publishing, 2006. 252 p.

PACHECO, Carlos Américo (2003). *As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e*

inovação no Brasil (1999-2002). Campinas: nov. 2003.

PACHECO, Carlos Américo (2006). Inovação tecnológica e segurança jurídica. In: SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SEGURANÇA JURÍDICA, 2006, São Paulo. *Seminário Inovação Tecnológica e Segurança Jurídica – Contribuições ao debate*. São Paulo: CGEE, 2006.

PCWORLD (2007). LSI e LG apresentam celular desenvolvido com tecnologia nacional. *IDGNow*, 31 mai. 2007. Disponível em: <<http://idgnow.uol.com.br>>. Acesso em: 4 jul. 2007.

PEARCE, Robert (1989). *The internationalisation of research and development by multinational enterprises*. Londres: MacMillan. 1989.

PEARCE, Robert (2004). The globalization of R&D: key features and the role of TNCs. In: UNCTAD. *Globalization of R&D and developing countries*. Nova Iorque e Genebra: 2005. p. 29-41.

PENROSE, Judith (1951). *The economics of the international patenting system*. Baltimore: John Hopkins Press, 1951. p. 5-40.

PERINI, Fernando Afonso de Barros (2002). *Gestão estratégica de tecnologia e inovação em filial de empresa multinacional diversificada: o caso Siemens*. 2002. 154 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia). CEFET-PR, Curitiba, 2002.

PLANO EDITORIAL (2006). *Anuário telecom 2005*. Disponível em: <<http://www.anuariotelecom.com.br/anutel2005/index.html>>. Acesso em: 20 mar. 2006.

PORTO DIGITAL (2007). *Desenvolvimento local baseado em inovação: capital humano e criatividade atraem parcerias com a Sun, Motorola, Borland e Instituto Nokia*. Disponível em: <<http://www2.portodigital.org.br>>. Acesso em: 11 mai. 2005.

PORTO, Geciane Silveira; PRADO, Flavia Oliveira; PLONSKI, Guilherme Ary (2003). As fontes de tecnologia no setor de telecomunicações e os fatores motivadores para cooperação. *Espacios*, v. 24, n. 2, p. 67-83, 2003.

PRIMO, Adilson (2005). *Coletiva de Imprensa Anual*. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/templates/coluna1.aspx?channel=7027>>. Acesso em: 17 abr. 2006..

RAO, P.M. (1999). Convergence and unbundling of corporate R&D in telecommunications: is software taking the helm. *Telecommunications Policy*, v. 23, n. 1, p. 83-93, fev. 1999.

RAPINI, Márcia Siqueira (2004). *Interação universidade-indústria no Brasil: uma análise exploratória a partir do diretório de pesquisas do CNPq*. 2004. Dissertação (Mestrado em Economia). Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

RAPINI, Márcia Siqueira; RIGHI, Hérica Moraes (2006). O Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e a interação universidade-empresa no Brasil em 2004. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 5, n. 1, jan-jun. 2006. p. 131-156.

RIPPER, Mario Dias (2003). Universalização do acesso aos serviços de telecomunicações. Versão preliminar. In: BRASIL EM DESENVOLVIMENTO, 2003, Rio de Janeiro. *Anais*. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/desenvolvimento/pdfs/universalizacao_do_acesso_aos_servicos_de_telecomunicacoes.pdf>. Acesso em: 11 out. 2006.

RIPPER, Mario Dias (2005). Universalização do acesso aos serviços de telecomunicações: o desafio atual no Brasil. In: CASTRO, Ana Célia; LICHA, Antonio; PINTO JR., Helder Queiroz; SABÓIA, João (Org.). *Brasil em desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. v. 1. p. 517-545.

RODRIGUES, Camila (2006). Lucent inaugura laboratório de segurança para redes. *ComputerWorld*, 19 jul. 2006. Disponível em: <<http://computerworld.uol.com.br>>. Acesso em: 20 jul. 2006.

RODRIGUES, Camila (2007). Celular com tecnologia brasileira chega primeiro a El Salvador. *PCWorld*, 01 jun. 2007. Disponível em: <<http://pcworld.uol.com.br>>. Acesso em: 4 jul. 2007.

ROSENBERG, Nathan; NELSON, Richard (1999). American university and technical advance in industry. *Research Policy*, v. 23, n. 3, mai. 1994, p. 323-348.

SERGER, Sylvia Schwaag (2006). China: From Shop Floor to Knowledge Factory?. In: KARLSSON, Magnus (Ed.). *The internationalization of corporate R&D: leveraging the Changing geography of innovation*. Östersund: IPTS, 2006. p. 227-266.

SERPRO (2006). Sem papel. *Revista Tema*, n. 183, jan./fev. 2006. Disponível em: <<http://www.serpro.gov.br>>. Acesso em: 31 mai. 2007.

SIEMENS (2003a). *Relatório de responsabilidade empresarial*. Siemens. 2003. 65 p.

- SIEMENS (2003b). *Informe Anual 2003*. Siemens. 2003. 60 p.
- SIEMENS (2003c). Inovação tecnológica brasileira é destaque mundial. *Revista I and C World*, jan./mar. 2003. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2006.
- SIEMENS (2004). *Centro de P&D Siemens mobile oferece vagas para pesquisadores*. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2006.
- SIEMENS (2006). *Annual report 2005*. Siemens, 2006. 232 p.
- SILICON INDIA (2006). *Nokia expands its Bangalore R&D centre*. Disponível em: <<http://www.siliconindia.com>>. Acesso em: 21 nov. 2006.
- SIMÕES, Janaina (2007). Câmara inaugurada por Lula no INPE certifica nível de emissão de ruído eletromagnético; atende a satélite e também à indústria. *Inovação Unicamp*, 26 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.inovação.unicamp.br>>. Acesso em: 4 jul. 2007.
- SOBOLL, Roberto (2006). *P&D Motorola Brasil*. Motorola, mar. 2006.
- SOUZA, Cesar Alexandre de; VASCONCELLOS, Eduardo (2003). A estruturação global de atividades de P&D: estudo de caso em uma empresa de telecomunicações multinacional. In: SEMEAD, 6., 2003, São Paulo. *Anais*. São Paulo: USP. 2003.
- SOUZA, Eda Castro Lucas de (2000). A relação universidade empresa: análise e reflexões sobre o papel da extensão universitária na formação de recursos humanos. In: CONGRESO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, 5., 2000, Santo Domingo. *Anais*. Disponível em: <<http://unpan1.un.org>>. Acesso em: 21 jun. 2007.
- SZAPIRO, Mariana; CASSIOLATO, José. (2003). Telecommunications system of innovation in Brazil: development and recent challenges. In: THE FIRST GLOBELICS INNOVATION SYSTEMS AND DEVELOPMENT STRATEGIES FOR THE THIRD MILENNIUM, 2003, Rio de Janeiro. *Proceedings*. Rio de Janeiro: nov. 2003.
- TELEBRASIL; TELECO (2006). *O desempenho do setor de telecomunicações no Brasil: séries temporais 2º Trimestre de 2006*. Telebrasil e Teleco, 2006. 80 p.
- TELECOM URGENTE (2006). *A convergência da BrT*. São Paulo: Plano Editorial, n. 572, 4 mai. 2006.

TELESÍNTESE (2007a). No país, 174 leis diferentes sobre radiação de celular. *Telesíntese*, 18 abr. 2007. Disponível em: <<http://www.telesintese.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

TELESÍNTESE (2007b). Governo cria câmara técnica para agilizar a aprovação dos incentivos fiscais de informática. *Telesíntese*, 21 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.telesintese.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

TELETIME (2007). *Atlas brasileiro de telecomunicações*. São Paulo: Glasberg, 2007. 170 p.

THE WORLD BANK (2006). *Doing business in Brazil*. Washington: 2006. 56 p.

THURSBY, Jerry; THURSBY, Marie (2006). *Here or there?* A survey of factors in multinational R&D location. Washington D.C.: The National Academies Press. 2006. 46 p.

TI INSIDE (2006). *Lucent inaugura laboratório de segurança no Brasil*. Disponível em: <<http://www.tiinside.com.br>>. Acesso em: 20 jul. 2006.

TIGRE, Paulo Bastos; MARQUES, Felipe Silveira (2006). *O setor de software e serviços no Brasil e as oportunidades de complementação produtiva com o Mercosul*. Relatório Final. [2006]. 79 p.

UNCTAD (2004). *The impact of FDI on development: globalization of R&D by transnational corporations and implications for developing countries*. Disponível em: <<http://www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=5660&lang=1&intItemID=3312>>.

Acesso em: 5 jun. 2006.

UNCTAD (2005a). *Globalization of R&D and developing countries*. Nova Iorque e Genebra: 2005. 242 p.

UNCTAD (2005b). *World investment report 2005: transnational corporations and the internationalization of R&D*. Nova Iorque e Genebra: 2005. 366 p.

UNCTAD (2006). *World investment report 2006: FDI from developing and transition economies: implications for development*. Nova Iorque e Genebra: 2006. 366 p.

UNICAMP (2006). Instituto de Economia. Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia. *Mapeamento de competências humanas e institucionais em ciência e tecnologia na área de comunicação sem fio*. Relatório parcial 3. Campinas: UNICAMP, 2006. 32 p.

VAINSENCER, Anamácia (2006a). A Nokia joga pesado no campo do software livre.

Telesíntese, 27 jul. 2006. Disponível em: <<http://www.telesintese.com.br>>. Acesso em: 1 ago. 2006.

WORLD ECONOMIC FORUM (2006). *The global competitiveness report 2006-2007*. Genebra: Palgrave Macmillan, 2006.

ZEDTWITZ, Maximilian von e GASSMANN, Oliver (2002). Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development. *Research Policy*, v. 31, n. 4, p. 569-588, mai. 2002.

BIBLIOGRAFIA

BELL, Martin; PAVITT, Keith (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 1, p. 157-210, jan. 1993.

BRASIL (2003). Ministério da Ciência e Tecnologia. FINEP. Diretório da Pesquisa Privado. *Relatório setorial preliminar: software*. Brasília: 2003. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/portaldpp/index.asp>>. Acesso em: 3 abr. 2006.

CORROCHER, Nicoletta; MALERBA, Franco; MONTobbio, Fabio (2007). Schumpeterian patterns of innovative activity in the ICT field. *Research Policy*, v. 36, n. 3, p. 418-432, abr. 2007.

COUTINHO, Luciano; SARTI, Fernando (2003). A política industrial e a retomada do desenvolvimento. In: COUTINHO, Luciano; HIRATUKA, Célio; LAPLANE, Mariano (Org.). *Internacionalização e desenvolvimento da indústria no Brasil*. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

DIAS, Ana Valéria Carneiro; GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro (2000). Global product development: some case studies in the Brazilian automotive and telecommunications industries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY POLICY AND INNOVATION, 4., 2000, Curitiba. *Anais*. Disponível em: <http://www.fundacaofia.com.br/pgtusp/pesquisas/arq_pronex/sub01/SGalina%20-%209th%20IPDMC.PDF>. Acesso em: 28 mar. 2006.

GALINA, Simone Vasconcelos Ribeiro; SBRAGIA, Roberto (2003). O comportamento tecnológico das empresas no setor de telecom no Brasil: alguns indicadores da natureza do esforço. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 10., 2003, Cidade do México. *Anais*. Cidade do México, ALTEC-2003, 2003.

HIRATUKA, Célio (2003). Padrões de integração comercial das filiais de empresas transnacionais. In: COUTINHO, Luciano; HIRATUKA, Célio; LAPLANE, Mariano (Org.). *Internacionalização e desenvolvimento da indústria no Brasil*. São Paulo: Editora UNESP, 2003..

HUANG, Zhenyu; PALVIA, Prashant (2001). ERP implementation issues in advanced and developing countries. *Business Process Management Journal*, v. 7, n. 3, p. 276-284, 2001.

IBM (2005). *Profiting from convergence: defining growth paths for telecom service providers*.

IBM, 2005. 24 p. Disponível em: <<http://ibm.com/bcs>>. Acesso em: 10 mar. 2006.

JAMES, Jeffrey (2005). Technological blending in the age of the Internet: a developing country perspective. *Telecommunications Policy*, v. 29, n. 4, p. 285-296, mai. 2005.

KANO, Sadahiko (2000). *Technical innovations, standardization and regional comparison: a case study in mobile communications*. Disponível em: <<http://www.telecomvisions.com>>. Acesso em: 9 nov. 2005.

KRISTENSEN, Frank Skov (1999). Towards a taxonomy and theory of the interdependence between learning regimes and sectorial patterns of innovation and competition: an empirical analysis of an elaborated Pavitt taxonomy applying Danish data. First Draft. In: DRUID 1999 WINTER CONFERENCE, 1999, Seeland. *Proceedings* Seeland: jan. 1999.

LIA, Fenda; WHALLEYB, Jason (2002). Deconstruction of the telecommunications industry: from value chains to value networks. *Telecommunications Policy*, v. 26, n. 9-10, p.451-472, out./nov. 2002.

LOURAL, Claudio de Almeida; FURTADO, Mario Tosi; REGO, Antonio Carlos Bordeaux; OGUSHI, Cristiane Midori (2005). *Perspectivas do setor de telecomunicações: horizonte 2010*. Campinas: CPqD, fev. 2005. 40 p.

MALEKI, Ali; PACKNIAT, Mohammad (2006). Taxonomy of industrial taxonomies: implications of inter-sectoral diversity for building policy oriented taxonomy. In: THE FUTURE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICY, 2006, Brighton. *Conference papers*. Brighton: SPRU, 2006.

MALERBA, Franco, ORSENIGO, Luigi (1997). Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, v. 6, n. 1, p. 83-118, jan. 1997.

MATEI, Sorin Adam (2006). Globalization and heterogenization: cultural and civilizational clustering in telecommunicative space (1989-1999). *Telematics and Informatics*, v. 23, n. 4, p. 316-331, nov. 2006.

NISSEN, Keith (2005). New world telecom: a survival guide for global equipment suppliers. *Business Communications Review*, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.bcr.com/bcsmag>>. Acesso em: 8 mar. 2006.

OECD (2005). *Guide to measuring the information society*. Paris: OECD Publications Service, 2005. 208 p.

OLIVEIRA, Rogério (2004). *Concorrência e vantagem competitiva na indústria de software para telecomunicações: há espaço para empresas brasileiras?* 2004. 59 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas). Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 2004.

PAVITT, Keith (1984). Sectoral patterns of technical change. *Research Policy*, v.13, n. 6, p. 343-373, dez. 1984.

PEARCE, Robert (1999). The evolution of technology in multinational enterprises: the role of creative subsidiaries. *International Business Review*, v. 8, n. 2, p. 125-148, abr. 1999.

PEARCE, Robert (2005). The globalization of R&D: key features and the role of TNCs. In: EXPERT MEETING, 2005, Genebra. *Proceedings*. Globalization of R&D and developing countries. Genebra: UNCTAD, 2005, p. 29-42.

PLANO EDITORIAL (2006). *Anuário informática hoje 2005*. Disponível em: <<http://www.anuarioih.com.br/anuih/2005/index.html>>. Acesso em: 24 mar. 2006.

PYRAMID RESEARCH (2006). Latin America: operator spending patterns reflect shift in priorities. *Next generation trend letter*, v. 2, n. 3, mar. 2006.

ROUVINEN, Petri (2006). Diffusion of digital mobile telephony: are developing countries different. *Telecommunications Policy*, v. 30, n. 1, p. 46–63, fev. 2006.

STURGEON, Timothy J. (1997). Does manufacturing still matter? The organizational delinking of production from innovation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW PRODUCT DEVELOPMENT AND PRODUCTION NETWORKS - LEARNING FROM DIFFERENT EXPERIENCES IN DIFFERENT COUNTRIES, WISSINCSCHAFTSZENTRUM BERLIN FUR SOZIALFORSCHUNG (WZB), 1997, [s.n.]. *Proceedings*. [s.n.] ago. 1997.

SZAPIRO, Marina Honorio de Souza (1999). *Capacitação tecnológica em telecomunicações no Brasil: desenvolvimento e impactos da reestruturação do setor*. 1999. 130 p. Dissertação (Mestrado em Economia). Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

TIDD, Joe, BESSANT, John e PAVITT, Keith (2001). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. 2 ed. Nova Iorque: John Wiley, 2001.

TIGRE, Paulo Bastos (2002). *Agenda de pesquisas e indicadores para estudos de difusão de tecnologias da informação e comunicação*. Brasília: IPEA, nov. 2002.

UNICAMP (2002). Instituto de Economia. Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia. *Estudo da competitividade das cadeias integradas no Brasil*. Impactos das zonas de livre comércio. Cadeia: teleequipamentos. Nota Técnica Final. Campinas: UNICAMP, dez. 2002. 192 p.

VONORTAS, Nicholas S.; SAFIOLEAS, Stratos P. (1997). Strategic alliances in information technology and developing country firms: recent evidence. *World Development*, v. 25, n. 5, p. 657-680, mai. 1997.

ZANATTA, Mariana Nunciaroni (2006). *Políticas brasileiras de incentivo à inovação e atração de investimento direto estrangeiro em pesquisa e desenvolvimento*. 2006. 160. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2006.

ZEDTWITZ, Maximilian von (2006). *Foreign R&D in China: the case of telecommunications*. 2006. Disponível em:
<http://www.anrt.asso.fr/fr/pdf/zedtwitz_universitetsinghua_rmi_telecom_2006.pdf>. Acesso em: 16 out. 2006.