Redes de conhecimento no Brasil: uma análise organizacional da Lei de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Fernando Perini

Introdução

Após décadas de políticas de substituição de importação, durante o início dos anos 90, o mercado brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foi aberto para os investimentos estrangeiros. A regulação então existente no setor brasileiro de TIC foi substituída pelos incentivos fiscais para a comercialização de um conjunto de produtos industrializados no mercado interno, condicionada a um processo de manufatura local, assim como investimentos em P&D. Apesar de várias mudanças subseqüentes, o arcabouço legal geral usualmente conhecido como "Lei TIC"[1] provou ser robusto por mais de uma década e se tornou a política de inovação setorial mais crucial para o desenvolvimento de competência tecnológica no setor de TIC brasileiro, após sua reforma de liberalização no início dos anos 90.

Esse artigo usa uma extensa base de dados de projetos de inovação das TIC brasileiras de maneira a examinar a estrutura organizacional recente das redes de conhecimento promovidas pela "Lei TIC". Mais especificamente, este artigo usa projetos de inovação declarados sob a Lei brasileira entre 1997 e 2003 em diferentes atividades relacionadas ao conhecimento para explorar: (i) o tamanho e limites das redes entre firmas e parceiros tecnológicos em diferentes atividades; (ii) o papel de

[1] Embora o termo Lei TIC fosse também aplicado aos arcabouços institucionais usados durante os anos 70 e 80, a maioria dos autores e também este artigo usa o termo referindo-se à Lei 8248/91 e às adaptações subseqüentes. Os dados que se apresentam são relacionados ao período da Lei TIC (Lei 8248/91) vigente durante o período 93/99 e à Lei TIC (Lei 10276/99) para o período 2001/2003.

diferentes tipos de organizações; e, (iii) distribuição geográfica da rede de conhecimento no setor. Durante o período, o esquema de compensação de P&D implementado pelo setor promoveu um investimento privado total de mais de R$ 2,6 bilhões em projetos de inovação e envolveu mais de 196 companhias, assim como 173 universidades e institutos de pesquisa. O conjunto de dados contém detalhes dos projetos de inovação declarados pelas companhias manufatureiras nacionais e multinacionais, assim como projetos em colaboração com seus parceiros tecnológicos.

Uma análise organizacional da estrutura dessa rede é importante por pelo menos três razões principais. Primeiramente, este artigo segue uma linha emergente de pesquisa sobre inovação que busca medir fluxos de conhecimento em redes complexas (DeBresson & Amesse 1991; Tidd 1997). A literatura econométrica sobre inovação tende a sugerir intervenções negando dificuldades cognitivas relacionadas com a transferência tecnológica e minimizar a complexidade dos arranjos inter-organizacionais necessários. Portanto, os trabalhos em história, sociologia, ciências cognitivas entre outras, reforçam a importância de instituições específicas em definir a acumulação de conhecimento e aprendizado nas organizações. (Edquist 1997; Nelson 1994; Stiglitz & United Nations Conference on Trade and 1998; Von Tunzelmann 1995; Wade 1990). Alinhada com as recentes descobertas dos geógrafos econômicos, esta análise é cética com relação à idéia de que as tecnologias se disseminariam naturalmente entre as organizações e se difundiriam entre as regiões durante o processo de desenvolvimento. (Bell & Marin 2004; Breschi & Lissoni 2000; Iammarino & McCann 2006). Com efeito, o uso de informações secundárias sobre as transações econômicas nos projetos de inovação como indicadores de fluxos de conhecimento pode propiciar um novo entendimento sobre esses fluxos dentro e entre regiões (Cooke, Gomez Uranga & Etxebarria 1997; Lorenzen & Foss 2003). Embora utilizar informações secundárias sobre projetos de inovação seja certamente uma simplificação, isso oferece, entretanto, várias vantagens e complementaridades em relação a indicadores tradicionais, tais como patentes, citações e pesquisas (Meyer 2002; Patel & Pavitt 1995). O uso de dados de inovação em nível de projeto para analisar o conhecimento em setores é útil porque evita que se assuma que fluxos de conhecimento (ou vazamento) entre firmas podem acontecer "no ar" (Marshall 1891),

que não têm custo (Teece 1977) ou que podem ocorrer apenas como produto marginal das relações comerciais (Bell & Pavitt 1993). Reforça a idéia de que fluxos intencionais de informação codificada, assim como conhecimento tácito enraizado nas pessoas e construídos nas rotinas organizacionais, são requisitos para o aprendizado organizacional em firmas e setores (Nelson 1994; Teece 1988).

Segundo, nós compartilhamos com outros autores a crítica à literatura sobre inovação particularmente nos países em desenvolvimento, que tende a enfatizar o papel do planejamento formal e da intervenção direta do Estado no desenvolvimento das indústrias de alta tecnologia. As redes industriais modernas são o resultado de sistemas sócio-tecnológicos complexos e, portanto, é necessário identificar, de baixo para cima, as características das estruturas emergindo dentro do setor (Edquist 1997; Malerba 2005; Nelson & Rosenberg 1993). Uma análise das redes pode prover novas maneiras para identificar o processo complexo de interações entre um número mais amplo de interessados envolvidos em sua formulação e implementação, e abrir o diálogo sobre os possíveis caminhos a serem trilhados dentro do escopo da possibilidade organizacional.

Terceiro, os projetos de inovação parecem ser uma unidade de análise particularmente adequada para a investigação do empreendedorismo disperso no contexto do desenvolvimento (Hobday, Perini & Manchester 2006; Perini, no prelo). Projetos de inovação nos fornecem uma maneira de discutir 'tecnologia apropriada', definida de acordo com as necessidades das partes envolvidas e em contraste com qualquer crença de que o conhecimento desenvolvido deveria ser novo para o mundo (i.e. conhecimento patenteável) (Schumacher 1985). Projetos de inovação são um mecanismo-chave no qual ocorrem interações entre organizações e os conhecimentos relevantes para as várias partes envolvidas são construídos e transferidos. Portanto, tais projetos fornecem novas maneiras para aferir a evolução longitudinal dos sistemas de inovação nos países em desenvolvimento e para comparar as mudanças dirigidas das estruturas de governança em direções específicas, assim como as características sistêmicas que podem acelerar, interromper ou reverter a formação dessas redes setoriais (Bell 2005; Hobday, Cawson & Ran Kim 2001; Mathews 2000).

A estrutura deste artigo é a seguinte. A primeira seção discute, de maneira breve, como os projetos são usados para promover redes de conhecimento e como essas redes são definidas e usadas neste artigo. A segunda seção revê, de maneira concisa, os estudos recentes sobre o setor e enfatiza algumas das polêmicas envolvidas na organização do sistema setorial e as características da política setorial. A terceira seção descreve as características da base de dados dos projetos de inovação no setor brasileiro de TIC e as principais características das redes de conhecimento setorial em termos de: (i) tamanho e limites, (ii) papel dos diferentes atores, e (iii) fluxos inter e intra-regionais. A última seção sumariza as descobertas empíricas e discute algumas implicações do desenho institucional das redes setoriais.

1. Promovendo redes de conhecimento baseadas em projetos

As políticas desenhadas para encorajar atividades inovadoras corporativas e colaborativas têm sido cada vez mais incluídas na agenda política dos países em desenvolvimento. O surgimento dessas políticas deriva de três conjuntos de argumentos interrelacionados. Primeiro, é amplamente reconhecido na literatura econômica que o conhecimento tem características de um bem público, e portanto, que os governos poderiam esperar transbordamentos (*spillovers*) produtivos a partir desse tipo de intervenção política (Arrow 1962; Stiglitz 1989). Segundo, é bastante difundida na literatura sobre a necessidade de se criar capacidade de absorção dentro das companhias locais, substituindo a falta usual das condições macro, tais como um sistema de financiamento para investimentos de longo prazo em inovação e fatores restritivos no nível micro, tais como um nível inicial de recursos humanos com experiência (Cohen & Levinthal 1990; Kim 1995; Mathews 2000; Rodrik 2002; Shah 2006). Finalmente, evidências encontradas na literatura internacional sobre comércio indicam que os governos têm sido pressionados para usarem incentivos fiscais como um mecanismo para atrair atividades de alto valor agregado, tirando vantagens da internacionalização das atividades de P&D nas Companhias Multinacionais (CM) sob a promessa de uma possível transferência e transbordamentos (*spillovers)* de conhecimento (Grossman & Helpman 1992; UNCTD 2005).

No entanto, apesar do consenso crescente sobre a necessidade de uma perspectiva mais sistemática, as bases de dados capazes de capturar interações entre os agentes ainda são muito limitadas. Existem ainda poucas metodologias capazes de capturar as estruturas de governança formadas de "baixo para cima" (*bottom-up*) entre companhias e institutos de apoio, principalmente em países em desenvolvimento. Nessa direção, no entanto, usando informações dos sistemas de inovação, economia evolucionária e aprendizagem organizacional, estudos recentes têm considerado a estrutura das redes longitudinais de conhecimento de maneira a entender os fluxos de conhecimento em novas indústrias (Acha & Cusmano 2005; Malerba 2002; Owen-Smith & Powell 2005).

Na literatura, o termo 'redes de conhecimento' tem sido usado como uma metáfora geral para representar a complexidade do processo de inovação (DeBresson & Amesse 1991; von Tunzelmann 2004), o meio caminho entre mercado e hierarquia (Poweel 1990), ou mesmo para descrever a natureza fundamental da firma e todas as suas atividades econômicas (Coase 1937; Williamson 1985). O mesmo termo 'rede de conhecimento' tem também sido usado como novas ferramentas metodológicas para a análise de interações específicas entre agentes (Malerba 2005; Powell, Koput & Smith-Doerr 1996; Pyka & Küppers 2002; Wasserman & Faust 1994). Ferramentas de análises de redes sociais emergiram em anos recentes como uma das mais promissoras para a análise dos fluxos de conhecimento nos estudos de inovação, onde regras/normas específicas ou instituições permitiriam a definição de fronteiras da rede observável, seus participantes e o escopo de suas atividades.

Particularmente, a interação em projetos de inovação tem sido crescentemente reconhecida como um mecanismo crucial de governança descentralizada do conhecimento em setores. Embora haja outros mecanismos de fluxo de conhecimento em setores (ex. mobilidade de emprego, relações informais, interações com usuários, etc), é cada vez mais freqüente a utilização de projetos de inovação como um formato organizacional chave para a criação ativa de conhecimento dentro e entre as organizações. Dada a sua natureza semi-dinâmica, várias organizações inovadoras fazem uso de projetos para equilibrar entre exploração dos nichos tecnológicos e exploração de novas oportunidades (Davies & Hobday 2005). Projetos de inovação são claramente compatíveis com o

núcleo das teorias evolucionárias das dinâmicas industriais à medida que elas são essencialmente atividades de resolução de problemas localizando e adaptando conhecimento a necessidades organizacionais especificas (Dosi, Winter & Nelson 2000; Schumpeter 1942; von Hippel 1994).

Até agora, no entanto, o uso de projetos de inovação para a análise do fluxo de conhecimentos em setores tem sido relativamente raro, pois os estudos empíricos são dificultados, particularmente, pela falta de bases de dados amplas e confiáveis[2]. A falta de padronização nas relações contratuais e a natureza privada e confidencial de seus conteúdos torna a codificação das transações em diferentes projetos intra e entre organizações uma tarefa muito complexa. No entanto, o crescente uso de sistemas de TI e relatórios padrão, fornece novas maneiras de se examinar a dinâmica de inovação descentralizada ocorrendo em setores.

Portanto, este artigo experimenta algumas técnicas de redes sociais para visualização e análise de dados secundários sobre projetos de inovação para estimar a criação e fluxo de conhecimento setorial. Dado o uso amplamente difundido do termo 'rede de conhecimento' para a análise de diferentes tipos de estruturas sócio-técnicas, é necessário esclarecer o que se quer dizer com esse termo neste artigo. Primeiramente, conforme discutido previamente, o termo, da maneira que é usado neste capítulo, limita-se ao exame quantitativo das redes formadas pelos projetos de inovação. Ao delimitar a análise aos projetos de inovação, ela tem como foco as capacidades relativamente dinâmicas, na medida em que os projetos são, por definição, caracterizados pela sua singularidade e espaço de tempo definidos. Ao focar-se nos projetos de inovação, a análise tenta distinguir fluxos de conhecimento de fluxo de informação (Bell & Pavitt 1993; Giuliani & Bell 2005), concentrando em atividades diretamente conectadas a atividades inovadoras formais. A análise, então, exclui aquisição de conhecimento embutido em equipamentos (a menos que estes sejam usados e adquiridos dentro de um projeto de inovação) e também exclui conhecimento adquirido como subproduto de transações comerciais com fornecedores e clientes.

[2] Para alguns exemplos de relações industriais, sejam elas individuais, de grupos, vertical e horizontal, ver (Hobday 2000), (DeFillippi & Arthur 1998), (Acha & Cusmano 2005), (Manning 2005).

Além disso, mesmo o termo "rede baseada em projetos" poderia referir-se a diferentes níveis de agregação, tais como: indivíduos no mercado de trabalho (Granovetter 1973); grupos dentro de uma organização; relações verticais (Hardstone 2004) ou horizontais (Acha e Cusmano 2005) dentro de uma indústria. Este capítulo foca neste último e, em particular, nas atividades de inovação ocorrendo dentro e entre firmas manufatureiras nacionais e multinacionais e contrapartes tecnológicas, tais como institutos educacionais e de pesquisa no setor.[3] Portanto, como em qualquer estudo conduzido no âmbito das ciências sociais, qualquer rede social delimitada é influenciada pelo comportamento dos agentes e interage com outras redes sociais nos níveis mais altos ou mais baixos (Giddens 1979; Malerba 2005). A interação com instituições e organizações estrangeiras, clientes e uma ampla gama de interessados influenciaria o comportamento e tomada de decisão de agentes em um setor específico. Portanto, a análise do comportamento das redes-circunscritas, em termos de lócus, setor de tecnologia e/ou instituição, não pode ignorar a possível influência das redes não observadas sobre as redes circunscritas examinadas. Isso é especialmente importante em redes descentralizadas quando a coerência usual provida pelas organizações líderes (uma companhia ou outra forma de organização) está ausente ou é tênue.

É útil portanto distinguir também entre objetivos operacionais e normativos dentro de uma rede de conhecimento. Enquanto na maioria dos exemplos uma rede de conhecimento envolveria certos objetivos formais que definiriam a rede (ex. um arranjo institucional associado para o desenvolvimento regional/setorial, etc.), agentes individuais podem operar sob um diferente conjunto de objetivos. Estes poderiam ser maximização estratégica de lucros limitada a satisfazer requerimentos legais e/ou sob um diferente conjunto de princípios organizacionais. O desenvolvimento organizacional é influenciado por incerteza e dependência de rumo (Dosi, Winter & Nelson 2000; Malerba 2005; Simon 1979), resultado da formação endógena das redes circunscritas definidas pelas interações prévias em projetos de inovação, assim como o escopo mais amplo das estruturas organizacionais e sociais. Portanto, dentro

[3] Embora essas ligações específicas, algumas vezes identificadas na literatura como 'ligações universidade-industria' tem uma considerável quantidade de literatura dela própria, elas raramente permitem o exame das redes e estruturas de governança formada pela agregação de ligações individuais.

de uma base de dados específica, apesar de uma necessidade geral para justificar o projeto como uma inovação, dados os requerimentos legais, as companhias foram, sem dúvida, autorizadas a seguir seus próprios objetivos dentro do projeto de inovação, usar seu próprio processo e selecionar sua própria quantidade de organizações parceiras que se encaixem em uma definição de institutos tecnológicos e educacionais. Portanto, redes de conhecimento não foram necessariamente formadas por entidades relativamente homogêneas que são coordenadas conjuntamente. A complexidade fundamental de interações significa que organizações individuais perseguiriam objetivos operacionais específicos, que não necessariamente se alinhassem com os objetivos setoriais formais mais amplos propostos pela rede[4]; a heterogeneidade é assumidamente uma característica chave de uma rede setorial complexa e, neste sentido, existe uma ampla diversidade de objetivos em organizações individuais.

2. Perspectivas sobre inovação no setor brasileiro de TIC – uma breve revisão

Dado o custo crescente do desenvolvimento de novas tecnologias e o grande impacto que o atraso na TIC teve na economia como um todo, o modelo protecionista de substituição de importação finalmente colapsou durante o inicio dos anos 90. O grande número de estudos no setor brasileiro de TIC mostra que, no final daquele período, o setor brasileiro de TIC era caracterizado por um grande atraso em software, alguma competência em hardware e microeletrônica nas firmas nacionais e uma capacidade considerável em sistemas de telecomunicação, desenvolvida principalmente em torno do poderoso CPqD (originalmente o centro de pesquisa da Embratel – uma empresa estatal de telecomunicações), responsável pela maioria dos desenvolvimentos tecnológicos durante a fase de substituição de importação (Hobday 1986; Mytelka 1999; Worden 1997).

À semelhança de outras reformas que aconteceram na América Latina durante os anos 90, a liberalização foi influenciada pela idéia de, associada ao investimento direto estrangeiro (FDI), ela significaria: (i) uma fonte natural

[4] Isto é corroborado pela idéia de que a definição normativa de funções dentro da inovação em países em desenvolvimento é usualmente relativamente fraca, como tem sido mostrado por vários estudos empíricos qualitativos , p.e. (Bell & Albu 1999).

de informação e tecnologias para as companhias locais – um mercado aberto, especialmente em indústrias de alta tecnologia, estaria diretamente relacionado com uma maior difusão de conhecimento, levando invariavelmente, portanto, a um processo de *catching-up*. Firmas endógenas se beneficiariam da competição e prosperariam no mercado globalizado; (ii) um reforço dos centros de excelência em pesquisa existentes – esperava-se que as companhias privadas promovessem altos investimentos em P&D, enquanto o Estado focaria os investimentos em diferentes elementos do sistema tais como universidades e institutos de pesquisa; (iii) um fortalecimento das atividades existentes de clustering – o governo estava desejoso de copiar experiências apoiando empreendimentos por meio de organizações não-empresariais, tais como parques tecnológicos e incubadoras baseadas nas experiências dos EUA e Europa. Essa tendência seria reforçada por mudanças nas estratégias das multinacionais que indicavam uma decentralização da produção e conhecimento, tendo resultado no surgimento de uma visão otimista relacionada a um possível transbordamento (*spillover*) de conhecimento.

No entanto, uma década mais tarde os resultados são dúbios. O processo de liberalização, que envolveu um dos maiores programas de privatização do mundo, sem dúvidas trouxe benefícios para a modernização da infra-estrutura no Brasil. Usuários que esperavam em longas listas para ter acesso a linhas telefônicas fixas e moveis agora gozam dos benefícios da competição no setor. No entanto, estudos recentes conduzidos no setor apontam para o impacto que o processo teve nas competências locais.

Com relação a telecomunicações, evidências recentes apontam para uma ruptura considerável no *cluster* que existia em Campinas, organizado em torno do CPqD (Schjolden 1999; Szapiro & Cassiolato 2003). O instituto foi privatizado, embora uma parte importante de sua sustentabilidade tenha permanecido conectada ao financiamento federal. Em termos de suas competências tecnológicas centrais, o centro precedente de desenvolvimento tecnológico do *cluster* local, o instituto foi reorientado para outras atividades tais como consultoria e serviços tecnológicos (Mani 2004). A dinâmica do setor foi alterada em direção a uma dinâmica centrada em fornecedores multinacionais de equipamentos. No entanto, os indicadores de patente e publicações apontam para uma

presença ou importância muito baixa das subsidiárias brasileiras na criação de conhecimento dentro das companhias multinacionais, embora algumas delas estejam integradas às redes globais de desenvolvimento de produtos (Galina & Plonski 2002).

O desenvolvimento de *software* emergiu como um dos setores mais promissores no Brasil. No entanto, apesar de alguns exemplos, a maioria das empresas nacionais de software ainda são fragmentadas e dispersas, pequenas companhias que não têm características para atingir o mercado internacional. (Arora & Gambardella 2004; Botelho, Tschang & Amsden 2003). Baseado nas experiências dos EUA, o governo brasileiro criou em 1993 uma rede oficial de institutos, parceiros tecnológicos e incubadoras, chamada Agência Brasileira de Exportação de Software (Softex), de maneira a apoiar empreendimentos e a integração da indústria com o mercado externo. No entanto, de acordo com uma análise detalhada realizada por Stefanuto, a Softex nunca foi capaz de materializar os objetivos de desenvolvimento propostos. (Stefanuto 2004).

Diante desses estudos recentes, a força para acumulação de competência tecnológica na indústria de TIC no Brasil permanece difusa. Um ponto comum nos estudos dos setores de software e telecomunicações mencionados anteriormente é a observação que o conjunto de impostos chamado de 'Lei TIC' é um dos mais importantes aspectos na definição da atual situação do setor. No entanto, na opinião dos autores, as similaridades entre os incentivos termina aqui. Os estudos, incluindo aqueles realizados dentro do mesmo setor, divergem amplamente sobre o impacto, variando desde altamente benéfico, no que diz respeito à criação de competência, até a formação de uma subserviência total das dinâmicas setoriais aos interesses das transnacionais.

Recentemente, alguns estudos têm tentado efetuar uma avaliação mais direta do impacto das políticas no setor (Campos & Teixeira 2004; Garcia 2002). A análise daqueles autores aponta que os incentivos não promoveram a acumulação esperada. No entanto, os autores também concordam que a sua análise é insuficiente e que existe a necessidade de

um melhor entendimento do desenvolvimento organizacional específico e da acumulação de competência dentro do escopo da política industrial.

A estrutura existente, assim como a dinâmica desta rede, não é clara para seus membros, nem para a sociedade. O presente artigo objetiva dar uma contribuição empírica a este debate no que tange: (i) a concentração de recursos, (ii) o papel de diferentes atores em diferentes tecnologias, (iii) o processo de distribuição geográfica das redes de conhecimento setorial. Embora existam limitações no enfoque indutivo aqui adotado, esse exercício tem como objetivo demonstrar as tendências gerais na maneira em que as políticas institucionais co-evoluem com as organizações e oportunidades tecnológicas no setor, e investigar novas ferramentas tecnológicas que possam ajudar a gerenciar a difusão de conhecimento nessas redes.

3. As redes de conhecimento no setor brasileiro de TIC

A rede de conhecimento foi consolidada com base em um conjunto de informações dos projetos inovadores desenvolvidos pelas empresas durante o período 1997-2003, declarados como parte da política brasileira de TIC.

Em termos gerais, a Lei brasileira de TIC diz que as companhias manufatureiras que produzam um produto sob os incentivos da Lei (usualmente produtos que integram eletrônicos avançados, tais como computadores, telefones celulares e equipamentos de telecomunicação) teriam que investir aproximadamente 5% do valor das vendas nacionais em atividades de inovação (~2,3% devem envolver um instituto de pesquisa e/ou educação) de maneira a poder se beneficiar de vários incentivos fiscais.

Entre 1997 e 2003 (nosso período de análise), isso resultou em mais de R$ 2,6 bilhões investidos em projetos de inovação desenvolvidos por 196 companhias. Essas companhias eram nacionais e estrangeiras, desde que elas cumprissem com um certo nível de processo de produção local. A Lei da TIC também definiu que uma parte especifica das atividades deveria ser transferida para parceiros tecnológicos em uma tentativa explicita de promover ligações entre universidade e industria. Esses parceiros eram especialmente importantes na regulação que objetivava reforçar essas

organizações como os pontos chaves no setor. Havia 176 parceiros tecnológicos em projetos entre 1997 e 2003 que poderiam ser subdivididos em organizações, que se encaixariam na definição de institutos de educação e/ou pesquisa, tanto do setor público como do privado.

Essa base de dados de projetos contém detalhes sobre os custos das atividades de inovação tanto dentro das companhias como com parceiros tecnológicos. Como a regulamentação não define o tipo de atividades que deveriam ser conduzidas dentro dos limites da firma ou com os parceiros, essa base de dados nos dá uma fonte útil para investigar o processo de tomada de decisão da firma entre integrar verticalmente ou usar uma rede de parceiros para conduzir tipos específicos de atividades.

A definição do tipo de atividades está conectada à definição usada nos procedimentos padrão, ou seja, investimento em laboratório e infra-estrutura para C&T, sistema de qualidade para P&D, treinamento em C&T, serviços tecnológicos, desenvolvimento de produtos em hardware, software, semicondutores, sistemas (HW+SW)[5], processo de produção e atividades de pesquisa.

Os fluxos de conhecimento são desenvolvidos na base de mais de 35 mil transações dentro dos projetos entre firmas e instituições educacional/tecnológicas, criando 948 ligações entre aqueles 392 nós. Essas transações são usadas para operacionalizar o fluxo de conhecimento entre as organizações na rede. Existiam também transações com outras companhias criando uma rede aberta e mais ampla (companhias comerciais de software, fornecedores de equipamento e treinamento no exterior e outras organizações não classificadas como 'parceiros tecnológicos' dentro da rede). Portanto, a análise dessas transações adicionaria outra camada de complexidade e está portanto além dos objetivos deste capitulo. A Figura 1 nos mostra uma representação visual das redes de conhecimento dividida por diferentes atividades [6]

As companhias estão representadas por círculos e os parceiros tecnológicos por quadrados. As companhias locais estão representadas em branco, companhias estrangeiras em azul, instituições educacionais

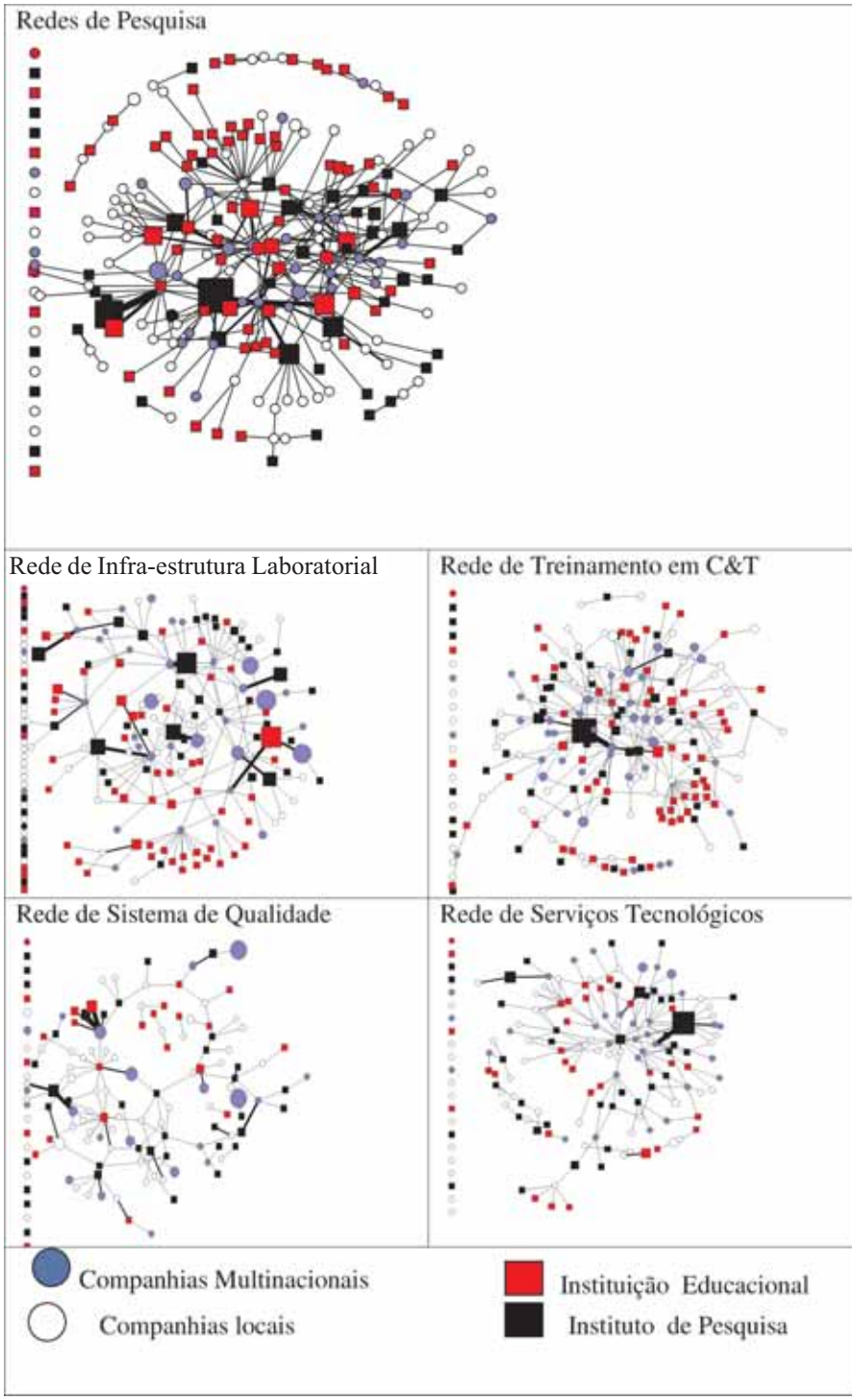
[5] A classificação original era 'Sistema (hardware+software)'caracterizando projetos na interface.

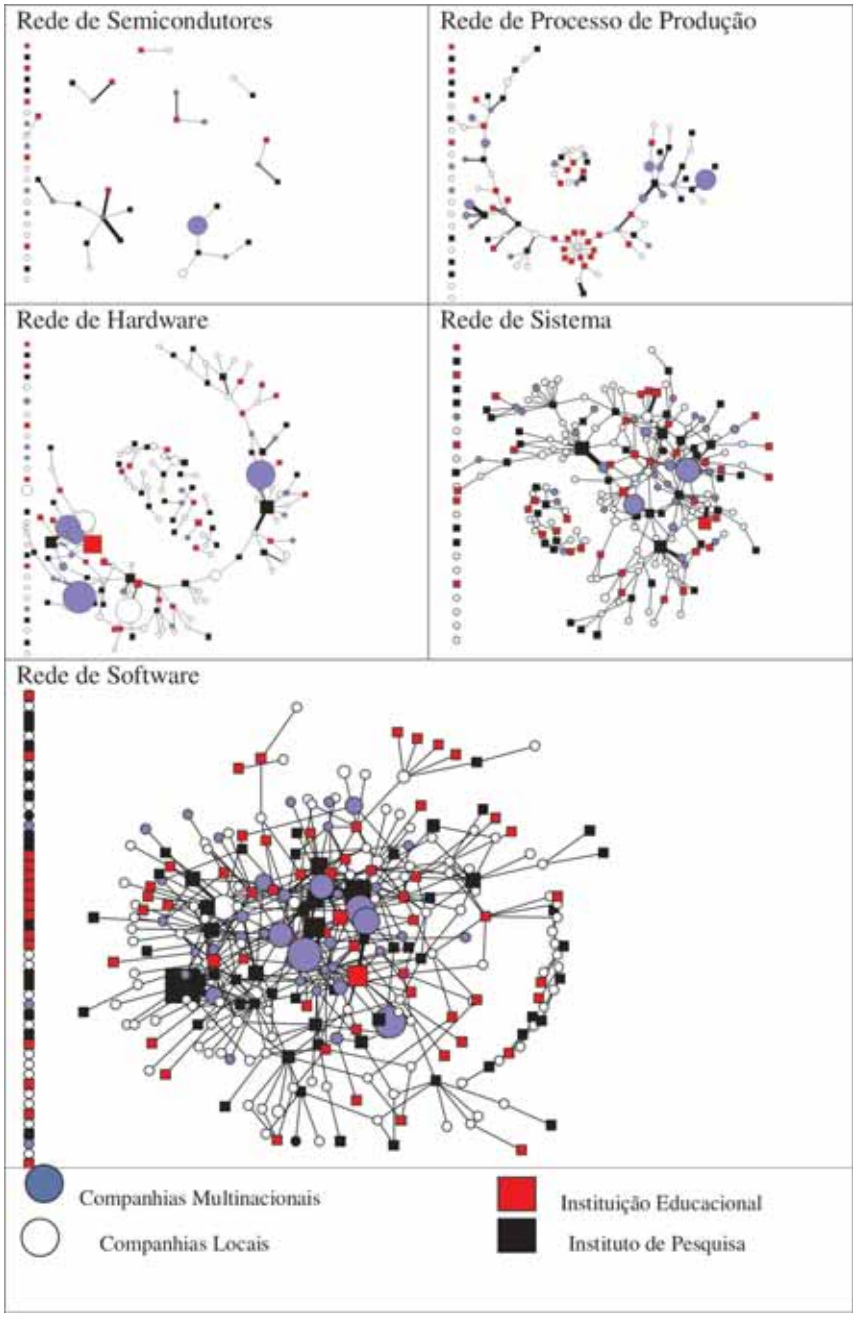
em vermelho e instituições de pesquisa em preto. O diâmetro é proporcional a soma de projetos de inovação conduzidos por organizações especificas durante o período de 1997 e 2003.

A construção de redes de acordo com o tipo de atividades gerou dez redes distintas. Estas são as cinco atividades permitidas dentro da estrutura, que não desenvolvem produtos. A inspeção visual mostra que os institutos de educação e pesquisa (quadrados) conduziram mais daquelas atividades (diâmetro relativo). Está claro que redes de pesquisa foram mais amplas também quando comparadas com serviços tecnológicos e sistemas de qualidade. Em contraste, em desenvolvimento de produtos, companhias (círculo) tenderam a ser responsáveis pela maioria das atividades. Esse mapa corrobora os resultados de outros estudos sobre o sistema brasileiro de inovação, onde semicondutores e hardware foram relativamente incipientes, enquanto as redes de sistemas e software são relativamente amplas.

Também é interessante notar que existem vários parceiros tecnológicos importantes na rede de software, ao passo que parceiros tecnológicos não são muito importantes em outras redes. Esta poderia ser considerada a rede mais dinâmica com recursos suficientes dispersos, sendo que um aspecto

[6] É importante observar a relevância da base de dados dos projetos de inovação comparado com o investimento total em inovação no setor brasileiro de Telecomunicação e Computadores. Uma maneira de se proceder é comparar os resultados com uma medida externa do total de investimento em P&D conduzida por aqueles dois setores. O total de investimentos em P&D no setor de telecomunicação e setor de computadores realizado pelas empresas privadas, de acordo com avaliação realizada pela Pintec (Pesquisa Brasileira sobre Inovação) foi de R$627 milhões em 2000 e R$637 milhões em 2003 de acordo com as duas pesquisas sobre inovação conduzidas no setor Brasileiro de TIC (MCT, 2006). Além disso, a Pesquisa de Inovação estimou que o total de contratação externa de P&D foi de R$153,9 milhões em 2000 em R$184,2 milhões em 2003. A partir desses dados nesta seção, é possível estimar que a base de dados da Sepin contém em média mais de 55% dos investimentos em P&D nos setores de computadores e telecomunicação (a média anual de investimento sob a Lei TIC foi R$386 milhões para todo o período). Além disso, mais de 85% dos projetos de inovação contratados externamente ocorreram dentro da estrutura regulatória. Embora haja algumas diferenças conceituais para classificar-se P&D nas duas bases de dados, tomado como um todo, os números obtidos dessas duas bases ilustra duas observações gerais sobre o conjunto de dados: (i) Provavelmente existe mais atividades de P&D dentro das companhias no setor pois ela contem uma amostra muito mais ampla, tais como companhias de software e serviços que não têm um sistema de produção manufatureira com produtos de padrão mínimo requerido pelas regulamentações. De qualquer maneira, o número de projetos no conjunto de dados é, sem dúvida, uma proporção significativa. (ii) Quase a totalidade da P&D encomendadas no setor de computador e telecomunicação foi conduzida sob a regulamentação. Portanto, no geral, assume-se que o projeto e as ligações indicadas até agora nos dão uma importante medida do investimento que as companhias conduziriam dentro dos limites do setor que está sendo analisado.


Redes de Pesquisa
Rede de Infra-estrutura Laboratorial
Rede de Treinamento em C&T
Rede de Sistema de Qualidade
Rede de Serviços Tecnológicos
Companhias Multinacionais
Companhias locais
Instituição Educacional
Instituto de Pesquisa



Fonte: Baseado em informações MCT/Sepin utilizando NetDraw 2.37. (Borgatti 2002).

Figura 1. Redes de conhecimento no setor Brasileiro de TIC dividido por tipo de atividade 1997-2003 - completo

que merece considerações adicionais é a dinâmica que resulta nesta rede específica. Além do mais, uma primeira análise mostraria que as companhias multinacionais (representadas em azul) são grandes nós em toda rede de produto.

3.1. Padrões gerais de concentração de recursos em diferentes atividades

A seção anterior distingue entre dez diferentes redes de conhecimento no setor de TIC de acordo com o tipo de atividades: infra-estrutura de laboratório e equipamento, treinamento tecnológico, serviços tecnológicos, sistemas de qualidades em P&D, tecnologia de processo, desenvolvimento de produto em software, *middleware*, hardware e semicondutores, assim como atividades de pesquisa. A Tabela 1 resume algumas estatísticas básicas sobre as redes em termos de investimento em projetos e de acordo com o tipo de atividades. A mesma tabela contém também alguns detalhes sobre a densidade e concentração das relações nas diferentes redes.

O investimento total interno das companhias e com parceiros em cada um dos tipos de atividades difere consideravelmente. Enquanto em semicondutores, apenas R$ 48,7 milhões foram investidos em projetos inovadores, o investimento em software totalizou mais de R$ 1,2 bilhões durante o período (R$ 838,3 milhões das próprias companhias e R$ 385 milhões em parceria).

Isso também se reflete no número geral de parcerias, número de ligações criadas e a força dessas ligações. Tanto nos projetos de software como nos de inovação de sistema, houve aproximadamente 800 ligações, e em software, mais de 56 dessas ligações foram de mais de R$ 1 milhão em atividades externas com parceiros. Em termos proporcionais, no entanto, outras atividades tendem a ter um número desproporcional de ligações. Quando considerados os números de ligações em relação ao total de investimentos, existe apenas 1 ligação/R$ milhão em infra-estrutura e projetos de laboratórios, 1,6 ligações/R$ milhão em projetos de treinamento e esse índice sobe para 2,1 para serviços tecnológicos e 2,5 para atividades de pesquisa. Esses números contrastam significativamente com médias de 0,4 a 0,6 ligações/R$ milhão investido em outras redes de 'desenvolvimento de produto'.

Tabela 1. Estatísticas descritivas sobre a 'Lei TIC'
Redes de Conhecimento – 1997-2003

Dimensão	*Infra-estrutura*	*Qualidade*	*Serviços Tecnológicos*	*Treinamento em C&T*	*Semicondutores*	*Processos Produtivos*	*Hardware*	*Sistema*	*Software*	*Pesquisa*
Soma dos Investimentos ('' R$)	169.7	118.2	84.7	159.5	44.7	108.9	203.4	621.7	838.3	121
(com parceiros)	103.7	27	65.8	100.4	4	13.5	46.3	212.4	385	97.2
Números de firmas	142	170	104	177	30	140	191	234	271	195
(com parceiros)	64	67	76	87	15	44	81	127	157	111
Numero de Parceiros	96	52	71	117	18	54	71	92	140	121
Numero de vínculos	174	120	162	240	22	90	141	230	425	304
(>R$ 1M)	18	5	12	20	1	3	8	31	56	23
Força de Vinculação (' R$) Média	570	174	387	388	189	145	304	799	830	309
Força de Vinculação (' R$) Máxima	11584	3349	20957	28565	1427	1818	7300	28188	58622	9229
Concentração – (10-Proporção de Firmas)	73%	53%	72%	70%	99%	63%	63%	64%	70%	65%
Concentração – (5- Proporção de Firmas)	42%	36%	51%	51%	97%	47%	48%	49%	45%	48%
Concentração – (3- Proporção de Firmas)	26%	26%	40%	41%	95%	38%	34%	36%	29%	37%
Concentração – (1- Proporção de Firmas)	9%	10%	25%	25%	72%	23%	13%	16%	12%	18%

Alem disso, outra importante característica das redes de conhecimento mostrada nas estatísticas descritivas é relacionada com a concentração dos investimentos. A relação entre 10 firmas mostra que na maioria das atividades, 10 companhias foram responsáveis por mais de 60% do total de investimentos (com exceção da Qualidade) em cada um das redes apresentadas na Figura 1. As diferentes proporções mostram que a maioria das redes seguiu um padrão muito similar de concentração, com exceção dos semicondutores onde os investimentos foram extremamente concentrados (72% oriundos de uma companhia). Uma companhia usualmente tinha entre 9% e 25% dos investimentos em tecnologia específica; três companhias representaram entre 26% e 41%; e cinco companhias se aproximavam de metade dos investimentos na tecnologia específica. Claramente, esses padrões

de concentração são muito altos e as implicações desse padrão merecem ser melhor discutidas, o que será feito mais à frente.

O restante desta seção apresenta uma visão mais quantitativa das características dessas redes. Os aspectos chave a serem explorados são: (i) o tamanho e limites das atividades inovadoras dentro das redes no setor; (ii) o papel dos diferentes atores, e (iii) o processo de distribuição geográfica dos fluxos de conhecimento.

3.2. Tamanhos e limites

A Figura 2 reforça a inspeção visual das redes representadas na Figura 1. De maneira a agrupar configurações existentes em relação às suas características de integração vertical e tamanho, as diferentes redes são analisadas usando-se a tendência (média de dois anos) para os investimentos nos diferentes tipos de atividades relacionadas a conhecimento e o locus de execução dos projetos (firmas ou parceiros tecnológicos). Integração vertical é definida como o total de investimentos em projetos internos em contraste com projetos designados para os parceiros tecnológicos. Em cada projeto, gerentes designavam a organização para o gerenciamento do projeto.

Nas atividades de pesquisa, serviços tecnológicos, infra-estrutura e laboratório e treinamento em C&T, as atividades foram conduzidas principalmente por organizações externas. Isso cria uma rede com um numero mais amplo de parceiros, porém investimentos relativamente limitados. Normalmente reconhece-se que essas ligações mais amplas e fracas têm um papel fundamental para as firmas e organizações de apoio. Essas ligações seriam importantes para a identificação de grupos de recursos humanos talentosos, informações tecnológicas em parceiros locais, etc. Portanto, poderia ser interessante entender mais detalhadamente como esses projetos foram usados para influenciar o desenvolvimento de redes mais amplas de organizações de apoio (provedores de treinamento, serviços técnicos, infra-estrutura, etc.). Esse tipo de desenvolvimento interativo poderia ser especialmente importante em países em desenvolvimento onde um desalinhamento entre as diferentes estruturas poderiam resultar em uma desconexão entre os provedores de recursos humanos de longo prazo e as demandas da indústria.

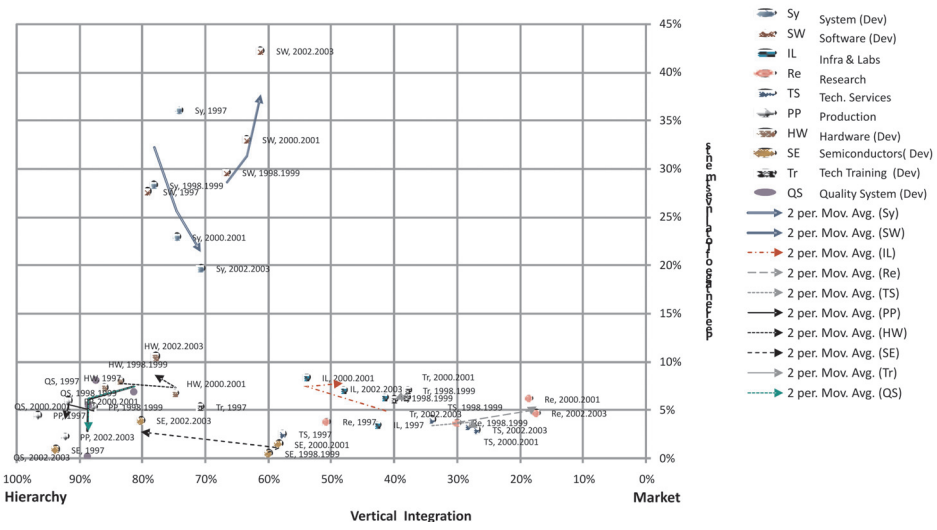


Figura 2. O tamanho e limites das redes de conhecimento no setor brasileiro de TIC

Em relação ao hardware, semicondutores, tecnologia de processo e sistemas de qualidade, as redes foram caracterizadas pelos baixos níveis de investimento e integração vertical muito alta. Companhias individuais tenderam a conduzir a maior parte de seus projetos de desenvolvimento de produtos dentro da firma sempre que houvesse investimentos totais limitados em tecnologias especificas.

Houve uma colaboração horizontal muito limitada com parceiros tecnológicos institucionais, indicando que nessas redes as companhias resistiram ao uso de fontes externas locais de tecnologia. Essa analise reforça a análise visual (Figura 1) de que a formação de mecanismos de governança dispersos tem sido limitada a essas atividades. Também houve tendências muito diferentes, conforme mostrado pelas setas. A seta relacionada aos semicondutores mostrou iniciativas incipientes, embora crescentes, para acumular competências tecnológicas dentro das companhias. Uma tendência oposta é observada em relação à tecnologia de produção que tem diminuído e às atividades externas. As setas e pontos relacionados a hardware mostram que houve um movimento crescente, embora com certa turbulência ao longo do período, provavelmente como resultado da volatilidade das iniciativas tomadas por diferentes companhias neste tipo de tecnologia.

Finalmente, as redes de projetos de desenvolvimento de produtos e processos e tecnologia de software foram caracterizadas por altos níveis de investimentos e integração vertical de atividades inovadoras intermediárias. O fato de que uma parte considerável dos projetos foi externalizados para parceiros locais, também indica um considerável escopo para mecanismos de governança que poderiam ser capazes de integrar recursos dispersos. Apesar dessas características gerais comuns, um retrato diferente poderia ser desenvolvido em torno do processo ocorrendo ao longo do tempo. A análise dessas tendências ao longo do tempo mostra que o desenvolvimento de redes evoluiu em direções opostas. A partir desta tendência nós podemos sugerir que as companhias já estabelecidas e as novas, reorientaram seus investimentos de middleware para software durante o período analisado. Na rede de *middleware*, enquanto os investimentos em tecnologia de *middleware* foram reduzidos, as companhias tenderam a reter os projetos internos ao invés de consolidá-los. Ao mesmo tempo, as companhias que estavam aumentando seus investimentos em software identificaram capacitação existente e disponível entre os parceiros e a integração vertical geral diminuiu.

3.3. 0 PAPEL DOS DIFERENTES ATORES

Um próximo passo seria a análise do papel emergente desempenhado pelos diferentes tipos de atores dentro das redes de conhecimento. A Tabela 2 nos mostra as percentagens de investimento total em cada uma das atividades, de acordo com os diferentes tipos de organização que conduziram os projetos de inovação.

Tabela 2. Vantagens de tecnologias reveladas de diferentes mecanismos organizacionais

	Public Education Institute (N==40)	Private Education Institute (N=75)	Public Research Institute (N=20)	Private Research Institute (N=47)	Foreign Company (N=51)	Domestic Company (N=163)	Total (N=396)
Research	16.5%	14.7%	15.4%	32.2%	10.8%	10.3%	100.0%
Hardware	6.2%	1.1%	2.5%	9.9%	41.2%	39.2%	100.0%
Software	1.7%	7.0%	4.5%	28.3%	46.1%	12.5%	100.0%
Semiconductors	1.9%	.1%	1.5%	3.5%	75.7%	17.4%	100.0%
System	1.2%	6.6%	3.7%	18.7%	45.1%	24.7%	100.0%
Productive Process	1.0%	1.3%	2.3%	5.3%	76.3%	13.8%	100.0%
Training	11.2%	8.5%	3.3%	35.4%	30.6%	10.9%	100.0%
Technological Services	1.1%	6.7%	7.9%	57.9%	17.7%	8.8%	100.0%
Quality systems	.7%	4.5%	1.0%	10.5%	53.8%	29.5%	100.0%
Labs&Infra	5.2%	15.4%	2.6%	31.8%	35.5%	9.6%	100.0%
Total	3.3%	6.8%	5.0%	24.2%	42.7%	17.9%	100.0%

* CPqD foi considerado como instituto publico de pesquisa devido ao fato de que uma considerável parte de seu orçamento se originar de contribuições indiretas definidas pela regulamentação setorial.

As companhias estrangeiras conduziram 43% dos projetos de inovação, lideradas pelos institutos privados de pesquisa com 24% do custo total em projetos de inovação. Um número maior de companhias locais (163) representa 17% dos investimentos totais. As células sombreadas representam as atividades nas quais os tipos específicos de organizações se especializaram (conduziram mais atividades do que a média de todas as atividades).

Enquanto as companhias locais focaram seus investimentos em sistemas e hardware (assim como investimentos relativamente mais altos em sistema de qualidade), as empresas estrangeiras foram predominantes nas redes emergentes de software. Estas últimas também tomaram iniciativas importantes nas atividades de semicondutores menores e processos de produção. Os resultados são uma forte indicação de que enquanto as companhias locais tendem a ser mais conectadas a sua base manufatureira em hardware, as companhias multinacionais tendem a ser mais capazes de diversificar em competências distintas em projetos de software e sistemas.

Entre os parceiros tecnológicos, os institutos de pesquisa privados se tornaram estruturas de governança chave, cobrindo várias atividades tais como atividades de pesquisa, software, treinamento, serviços

tecnológicos e desenvolvimento de laboratórios e infra-estrutura tecnológica. Institutos públicos de pesquisa representaram apenas uma pequena porcentagem dos investimentos totais, mas eles se tornaram altamente especializados em serviços tecnológicos e pesquisa.

A essa altura é possível apenas especular sobre as características organizacionais que definem essas diferenças. A indicação é de que os recursos públicos tenderam a complementar os investimentos privados em infra-estrutura de longo prazo e o pessoal de pesquisa demandado para aquelas atividades, criando uma relativa vantagem comparativa para aquelas organizações. Enquanto isso a governança dessas organizações e suas políticas poderiam ser muito rígidas para se adaptarem as necessidades de curto prazo das companhias, na medida em que os institutos privados de pesquisa tornaram-se ligações inter-organizacionais fundamentais nas redes baseadas em projetos de software. Mais pesquisas qualitativas poderiam ser úteis para corroborar essas conclusões.

Finalmente, em termos de institutos educacionais, ambas as organizações, publicas e privadas, se especializaram em áreas similares tais como pesquisa, treinamento e infra-estrutura (possivelmente como era esperado). Os institutos educacionais públicos, um grupo composto principalmente de universidades estaduais e federais, eram particularmente especializados na área de pesquisa e treinamento. Provavelmente, as organizações publicas desenvolveram suas vantagens comparativas a partir de papel tradicional dentro da estrutura educacional do sistema nacional, financiado com recursos públicos. Interessante notar que essas organizações tradicionais não tenderam a diversificar em atividades colaborativas nas novas áreas tecnológicas, com a exceção de hardware, onde as companhias locais tinham sua vantagem relativa. Embora os institutos educacionais públicos tenham mantido sua capacidade relativa em hardware, eles estavam nitidamente atrás nas trajetórias emergentes de desenvolvimento de software.

Esse padrão de especialização traz nova luz sobre o processo de inovação distribuída que se seguiu à liberalização do setor. Discussões acadêmicas recentes no setor tem se acalorado a medida que os autores investigam os diferentes padrões. Por exemplo, que o processo de

liberalização resultou em um competências decrescentes no cluster previamente concentrado nas firmas domesticas localizadas em Campinas (Szapiro & Cassiolato 2003), o papel ativo da política e produtores multinacionais de equipamentos no setor (Mani 2004), e a dependência do sistema de inovação em software nas companhias multinacionais no Brasil (Stefanuto 2004). O padrão de especialização acima descrito mostra como essas diferentes estruturas de governança co-evoluiram como resultado da mistura de mudança técnica, FDI e políticas setoriais. Poderia se observado a partir da Tabela que companhias estrangeiras, institutos privados de pesquisa Ie num menor grau) institutos educacionais privados, poderiam ser considerados nós chaves na integração de competências dispersas dentro do rede de projetos em software, em rápida expansão no Brasil.

3.4. Fluxos de conhecimentos intra e inter-regional

A Lei Brasileira de TIC promoveu investimentos descentralizados em atividades de inovação em institutos de pesquisa e educacionais por todo o território brasileiro. No entanto, houve importantes diferenças regionais nos fluxos de conhecimento promovidos pelos incentivos. Até 2000, a estrutura legal não diferenciava entre companhias e parceiros tecnológicos de acordo com as regiões (a única exceção é a Zona Franca de Manaus, que recebe incentivos específicos para manufaturar ou para atividades de P&D e não é representada nesta análise). Durante este período as companhias eram capazes de selecionar parceiros independentemente de sua localização.

Em 2001, foi introduzida uma mudança específica na legislação, numa tentativa de descentralizar as competências através das diferentes regiões, companhias foram solicitadas a incluir parceiros em regiões economicamente menos desenvolvidas entre seus investimentos (central oeste, norte e nordeste) (ver anexo 1 para mais detalhes)[7]. Um exame visual dos padrões intra e inter-regionais do conhecimento em dois

[7] Se eles decidirem por não fazer isso eles podem também optar por contribuir aos fundos setoriais com as quantias respectivas. Para maiores detalhes sobre a estrutura legal, visite o site da SEPIN-MCT < http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2189.html.>

diferentes períodos (Figura 3) mostra alguns padrões diferentes que emergem após a introdução da regra de regionalização.

Os nós da rede são companhias e seus 'parceiros tecnológicos' divididos de acordo com uma das cinco Regiões do território brasileiro. Dado o grau muito elevado de concentração em São Paulo, o Estado foi considerado uma região por si só, permitindo a investigação de suas dinâmicas internas e as relações com os outros estados na Região Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo).

O primeiro gráfico mostra que durante o primeiro período, houve uma forte aglomeração em São Paulo, e fortes ligações inter-regionais com as Regiões Sul e Sudeste. A comparação com o segundo gráfico parece indicar que o numero de ligações inter-regionais com estados nas regiões Nordeste e Centro-Oeste aumentaram, conforme esperado pelas políticas de intervenção. Parece, no entanto, que o numero de ligações com as regiões do sul diminuíram.

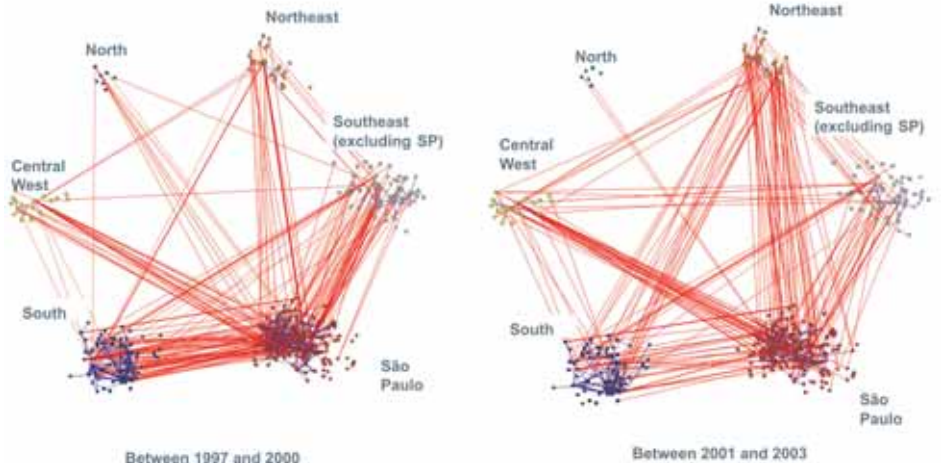


Figura 3. Redes Inter-regiões no setor TIC no Brasil
(dividido em dois periodos)

Uma observação mais acurada da estrutura das ligações intra-regionais é fornecida pela Figura 4. O gráfico mostra que São Paulo, sem dúvida, é o local que contém uma forte dinâmica intra-regional, seguido por algum dinamismo no Sul e Sudeste. Ligações intra-regionais são claramente menos importantes para companhias e parceiros tecnológicos nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste.

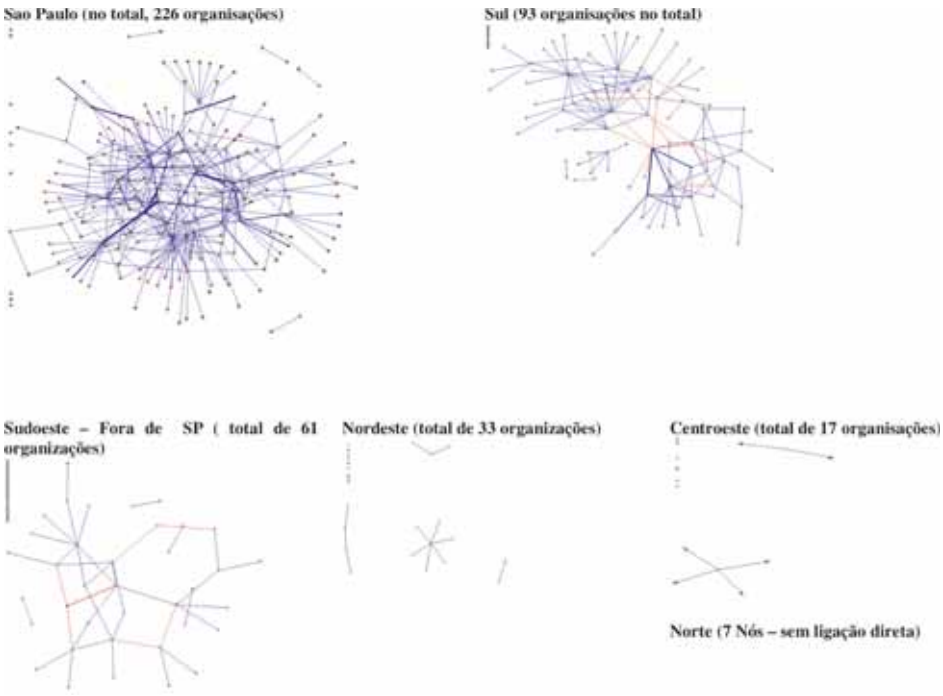


Figura 4. Ligações de conhecimento intra-regionais

As dinâmicas intra e inter-organizacionais poderiam também ser discutidas em termos mais quantitativos usando-se os pagamentos feitos e recebidos em colaboração em atividades inovativas através das Regiões, em termos da soma dos pagamentos totais (Tabela 3) e a contagem absoluta de colaborações (Tabela 4).

Tabela 3. Ligações inter e intra-organizacionais – colaborações em atividades inovadoras que entraram e que sairam de diferentes Regiões (percentual do total encomendado de parceiros tecnológicos)

				Inward Region						
				South	Sao Paulo	Southeast (exc. SP)	Central West	North	Northeast	Total
Outward Region	South	Table Sum %		13.0%	1.1%	.4%	.8%	.0%	1.2%	16.5%
		1997-2000	Table Sum %	15.3%	1.5%	.7%	.1%	.0%	.2%	17.7%
		2001-2003	Table Sum %	9.5%	.6%	.0%	1.9%	.	2.7%	14.8%
	Sao Paulo	Table Sum %		4.4%	62.6%	3.8%	3.5%	.1%	4.3%	78.8%
		1997-2000	Table Sum %	5.2%	67.3%	2.5%	2.4%	.1%	.9%	78.4%
		2001-2003	Table Sum %	3.2%	55.5%	5.8%	5.1%	.1%	9.7%	79.4%
	Southeast (exc. SP)	Table Sum %		.0%	1.0%	.8%	.3%	.6%	.2%	2.8%
		1997-2000	Table Sum %	.0%	1.2%	.8%	.3%	.0%	.0%	2.4%
		2001-2003	Table Sum %	.0%	.7%	.6%	.3%	1.5%	.4%	3.5%
	Central West	Table Sum %		.	.0%	.	.6%	.	.0%	.6%
		1997-2000	Table Sum %	.	.	.	.7%	.	.	.7%
		2001-2003	Table Sum %	.	.0%	.	.5%	.	.0%	.5%
	North	Table Sum %		.	.1%	.	.	.	.	.1%
		1997-2000	Table Sum %	.	.1%	.	.	.	.	.1%
		2001-2003	Table Sum %	.	.1%	.	.	.	.	.1%
	Northeast	Table Sum %		.0%	.4%	.1%	.1%	.	.5%	1.2%
		1997-2000	Table Sum %	.	.0%	.0%	.0%	.	.7%	.8%
		2001-2003	Table Sum %	.0%	1.0%	.2%	.2%	.	.2%	1.8%
Total	Table Sum %			17.4%	65.3%	5.1%	5.3%	.7%	6.2%	100.0%
	1997-2000	Table Sum %		20.5%	70.1%	4.1%	3.6%	.1%	1.7%	100.0%
	2001-2003	Table Sum %		12.8%	57.9%	6.7%	7.9%	1.7%	13.0%	100.0%

Tabela 4. Ligações inter e intra-organizacionais – colaborações em atividades inovadoras que entraram e que saíram de diferentes regiões (Porcentagem do total de numeros de parcerias)

			Inward Region						
			South	Sao Paulo	Southeast (exc. SP)	Central West	North	Northeast	Total
Outward Region	South	Table Valid N %	12.9%	3.8%	1.2%	1.9%	.1%	2.8%	22.7%
		1997-2000	16.3%	4.5%	1.6%	.5%	.2%	.3%	23.4%
		2001-2003	12.9%	2.4%	.4%	2.8%	.	5.0%	23.5%
	Sao Paulo	Table Valid N %	6.9%	36.2%	5.5%	7.5%	.9%	7.4%	64.4%
		1997-2000	8.9%	44.6%	6.6%	3.1%	1.0%	2.3%	66.6%
		2001-2003	5.4%	30.7%	4.2%	10.4%	.4%	11.8%	63.1%
	Southeast (exc. SP)	Table Valid N %	.3%	1.2%	3.8%	.7%	.2%	1.1%	7.3%
		1997-2000	.3%	1.6%	4.7%	.2%	.2%	.3%	7.3%
		2001-2003	.2%	1.0%	2.2%	1.0%	.2%	1.6%	6.2%
	Central West	Table Valid N %		.1%		.7%		.1%	.9%
		1997-2000		.		.7%		.	.7%
		2001-2003		.2%		.4%		.2%	.8%
	North	Table Valid N %		.4%					.4%
		1997-2000		.3%					.3%
		2001-2003		.4%					.4%
	Northeast	Table Valid N %	.2%	1.0%	1.0%	.8%		1.3%	4.3%
		1997-2000	.	.2%	.5%	.3%		.5%	1.6%
		2001-2003	.4%	1.6%	1.2%	1.0%		1.8%	6.0%
Total	Table Valid N %		20.3%	42.8%	11.5%	11.5%	1.2%	12.7%	100.0%
	1997-2000	Table Valid N %	25.5%	51.2%	13.5%	4.9%	1.4%	3.5%	100.0%
	2001-2003	Table Valid N %	18.9%	36.3%	8.0%	15.7%	.6%	20.5%	100.0%

As tabelas refletem a importância da região de São Paulo, fonte de 78,8% dos recursos investidos em parcerias tecnológicas e 64,4% dos acordos de colaboração celebrados entre companhias e parceiros dentro da Lei TIC. A esta região, segue-se o Sul, outra região no Sudeste. Uma parte muito pequena de acordos de colaboração veio de companhias no Norte[8] (0,1%), Nordeste (1,2%) e Centro-Oeste (0,6%). Apesar de algumas pequenas variações, o alastramento de investimento em parceiros tecnológicos pelas outras regiões permaneceu razoavelmente estável pelos dois períodos.

A análise dos recursos recebidos por parceiros de acordo com regiões, no entanto, mostra que houve alterações profundas na alocação de recursos entre os institutos tecnológicos em diferentes regiões. Em São Paulo houve um decréscimo na concentração de investimento de 70 para 58%; os outros estados na Região Sul foram capazes de sustentar e mesmo aumentar sua participação (4,1 para 6,7%); portanto houve um enorme decréscimo proporcional dos investimentos em institutos do Sul com uma queda acentuada de 21 para 13% dos recursos totais. Enquanto isso, institutos localizados no Centro-Oeste e Nordeste tiveram sua participação fortemente aumentada; institutos no Nordeste aumentaram, de 1,7% para 13% e na região Centro-Oeste, de 3,6 para 7,9%.

Essas tabelas também demonstram que enquanto os acordos de colaboração intra-regional foram sem dúvida muito importantes para São Paulo, os arranjos inter-regionais foram uma parte limitada da ação em outras regiões. Por exemplo, nas regiões Centro-Oeste e Nordeste quase todos os recursos originários de firmas nos estados do Sul indicando a importância limitada dos arranjos locais naquelas regiões.

4. Discussão e implicações de políticas

Por muito tempo, a literatura tem se baseado em medidas econométricas para entender os transbordamentos (*spillovers)* de conhecimento, medindo-os em termos de possíveis resultados econômicos. Está se tornando claro, no entanto, a necessidade de se

[8] Novamente, houve incentivos específicos para manufatura em Manaus que não estão incluídos nesta base de dados.

reconhecer que o spillover de conhecimento é, no limite, inibido por um complexo conjunto descentralizado de estruturas de governança e ligações inter-organizacionais. Esse artigo, portanto, contribui para a literatura empírica sobre o setor brasileiro de TIC, explorando a estrutura fundamental e dinâmicas da rede de conhecimento baseada em projetos de inovação. Essa análise tem algumas implicações importantes para aqueles envolvidos em organizações e para o desenho institucional de políticas setoriais, colocando algumas questões importantes que merecem ser mais investigadas.

Este artigo dá uma olhada rápida sobre como o arcabouço institucional da Lei TIC fornece espaço para a interação descentralizada entre diferentes organizações com interesses muito distintos. Por mais de uma década tem sido um processo constante de aprendizado, compromisso e ajustes entre diferentes organizações dentro e fora da rede que permitiu uma constante evolução do desenho institucional. A chave do sucesso para as políticas setoriais futuras se encontra na abertura de um diálogo mais amplo, na promoção de oportunidades para o crescimento endógeno e em medidas para contornar *lock-in*s.

A análise do conjunto de dados mostra uma grande concentração das competências promovidas pela Lei TIC. Apesar do grande número de participantes, apenas poucos atores têm gerenciado a maior parte dos recursos totais. Isto foi resultado de uma crescente concentração do mercado de TIC baseado em produtos manufaturados em um pequeno número de grandes companhias, a maioria companhias multinacionais. Portanto, as características gerais da distribuição de recursos dentro dessas redes possivelmente diferem significativamente das expectativas do inicio dos anos 90, quando a estrutura institucional geral foi desenhada, onde a indústria estava ainda em uma fase inicial do ciclo de vida e um grande número de companhias menores estava competindo dentro do setor manufatureiro de TIC.

A análise do tamanho e limites das diferentes redes mostra que a base de conhecimento é uma contingência importante na organização das mesmas. Os tipos de estrutura que emergirão serão significativamente influenciados pela abrangência dos projetos para inovação. Algumas atividades, tais como pesquisa, treinamento e serviços tecnológicos tendem a resultar em ligações fracas generalizadas com uma magnitude

relativamente limitada de investimentos. Enquanto isso, desenvolvimento de produtos e processos precisam ser originados dentro dos limites da firma, e quando (e se) essa acumulação dentro das firmas ocorrem com sucesso, a recombinação e coordenação com competências externas se tornam mais importantes.

A análise das redes de conhecimento induzidas pela Lei TIC revela um mapa relevante das competências no setor. Embora elas não estejam ainda completas, elas podem fornecer informações interessantes sobre as mudanças longitudinais que têm ocorrido no setor brasileiro de TIC. Antes de mais nada, os resultados refletem algumas das características de outros estudos sobre o setor: (i) existem redes relativamente incipientes relacionadas aos semicondutores, processo de produção e hardware; (ii) redes mais amplas com ligações relativamente fracas foram formadas via atividades tais como treinamento, serviços tecnológicos e pesquisa; (iii) existem redes densas em sistemas e a maior parte delas, software, onde mecanismos de governança consideráveis poderiam ser esperados através dos parceiros tecnológicos. Certamente, essas diferenças em termos de limites da firma em atividades de inovação e competência acumulada, resultariam em características organizacionais muito diferentes, impactando claramente a acumulação e fluxos de conhecimento. Por outro lado, as redes formadas a partir de diferentes tipos de atividades requereriam diferentes tipos possíveis de intervenção. Necessita-se de um exame mais acurado dos desafios e oportunidades em diferentes redes, de maneira a se desenvolver recomendações sólidas e promover-se o desenvolvimento dessas diferentes redes.

Esse nível de concentração resultante da maturidade da indústria em geral tem pelo menos duas importantes implicações para as redes de conhecimento que emergiram no setor, promovidas pela Lei TIC. Primeiro, como a maior parte das tomadas de decisão sobre recursos para inovação no setor é concentrada em um pequeno numero de participantes chave, o resultado das iniciativas individuais daqueles participantes se tornou crucial para se entender se existe algum nível de acumulação sustentável de competência tecnológica no setor. O sucesso de iniciativas individuais de companhias líderes em tecnologias específicas pode definir o sucesso da política setorial. Segundo, a difusão do conhecimento não será mais hierárquica do que esperado inicialmente

na medida em que poucos atores serão capazes de coordenar os melhores recursos disponíveis. É necessário desenvolver-se mecanismos adicionais para garantir uma ampla difusão de conhecimento, de forma a encorajar-se os fluxos de conhecimento no setor.

A análise das redes de conhecimento inter e intra-regionais mostrou a importância central das firmas do Estado de São Paulo, não apenas devido às suas dinâmicas internas fortes mas também devido à coordenação de competências em outras regiões. Firmas e institutos no Centro-Oeste e Nordeste dependiam fortemente das contrapartes das Regiões Sul e Sudeste. Esse padrão de interação inter-regional foi claramente influenciado pelas mudanças na legislação que teve como intenção, descentralizar os recursos em direção a Região Norte.

Ao se examinar o impacto dessa política de descentralização, três considerações importantes precisam ser levadas em conta. Primeiro, os resultados mostram que as mais importantes atividades de aprendizado nas regiões menos desenvolvidas não estão acontecendo entre as firmas e institutos dentro da mesma localização geográfica, mas principalmente entre atores em diferentes regiões. Isso poderia ser um primeiro alerta para aqueles focando exclusivamente nas coordenações locais de política de inovação (ex. pelo uso de conceitos tais como *cluster* e sistema de inovação local). Focalizar excessivamente nas ligações locais pode resultar numa perda dos aprendizados mais importantes que estariam efetivamente ocorrendo. Segundo, o acentuado crescimento do número e importância de organizações na região Norte aconteceram principalmente em termos de institutos tecnológicos, sem qualquer aumento significativo na quantia de recursos geradas em companhias. Isso certamente coloca questões sobre a sustentabilidade desses arranjos de regionalização que necessitariam, sem dúvida, ser o foco de uma investigação mais aprofundada. Terceiro, o crescimento dos institutos nas regiões Centro-Oeste e Nordeste sem um efeito adverso nos institutos tecnológicos na região Sul, onde algumas possíveis aglomerações econômicas estavam começando a emergir (em relação a dinâmica que estava ocorrendo em São Paulo, eles vinham em segundo lugar em termos de dimensão). Essa primeira análise indicaria que o uso de alvos para alocação em nível de firma, pode ter resultado em um efeito redistributivo importante, mas isso não aconteceu sem penalizar a sustentabilidade de

arranjos frágeis nas regiões originais. Além do mais, é importante considerar quantas regiões inquestionavelmente teriam a chance de desenvolver competência sustentável e economia de agregação sem inibir, no entanto, um possível desenvolvimento de inovações de sucesso, devido a excessivos custos de coordenação.

Uma análise organizacional das redes baseadas em projetos, abre uma incitante linha de pesquisa com objetivo de ampliar a discussão envolvendo múltiplos interessados e tornar mais transparente a governança dessas políticas. A perspectiva estratégica sobre as informações secundárias geradas por sistemas de auditorias poderia trazer inúmeros benefícios. Novos sistemas de informação poderiam encorajar estratégias mais objetivas e inovadoras, melhores processos de tomada de decisão no nível de firmas e institutos tecnológicos, o reconhecimento e identificação mais rápidos de problemas sistêmicos, além do reconhecimento de iniciativas individuais importantes. Naturalmente, sistemas de informações para o apoio de estruturas descentralizadas de governança em setores têm que ser concebidas de maneira que elas protegessem simultaneamente as exigências de confidencialidade dos participantes e expusessem informações que aumentassem o nível das partes interessadas de que os recursos alocados para políticas de inovação são sujeitos a uma boa governança e contribuíssem para a sociedade de maneira mais ampla. Neste sentido, os exemplos dados neste artigo poderiam oferecer um passo inicial em uma mudança dos mecanismos burocráticos de auditoria e controle em direção aos mecanismos mais abertos de governança de conhecimento para as redes setoriais descentralizadas.

Além disso, uma análise em nível de projeto dos sistemas setoriais suscita linhas de questionamento tanto teóricas como práticas que permanecem amplamente abertas a pesquisa e debate. Sem tentar ser exaustivo, essas são inúmeras das questões a serem respondidas que resultariam em inovações de políticas e que contribuiriam significativamente para a estratégia setorial. Por exemplo, seria possível avaliar-se a contribuição de atores individuais para a sustentabilidade dessas redes? Mudanças específicas nas regras promoveriam uma melhor alocação de recursos nas redes descentralizadas? Será que uma alocação baseada em regras, uma alocação mais flexível ou uma combinação de ambas melhoraria os processos de longo prazo seleção e criação de

variedades dentro das redes descentralizadas? Quais tipos de intervenções (ou não-intervenções) poderiam ser exercidas em diferentes estágios do desenvolvimento da redes de conhecimento? O desenho institucional deveria ser mais inclusivo expandindo o número de membros? Ou deveria ser mais restrito orientando os recursos para nichos tecnológicos? A manufatura de produtos de TIC é uma base razoável para o provimento de incentivos num momento em que as oportunidades em TIC estão aumentando, deslocando-se para áreas como as de serviço e entre diferentes setores? Existem requerimentos específicos na regulação que dificultam os possíveis usos e difusão do conhecimento acumulado nos parceiros tecnológicos? Se existem, será que, por exemplo, um processo de "corporatização" de institutos privados de pesquisas ainda em maturação, transformando-os em companhias de software plenas, promoveria o crescimento sustentável dessas companhias e a emergência de novos atores?

Para tentar responder algumas dessas questões há a necessidade de mais estudos de casos com maior densidade, modelagens, uso de informações geográficas, mercado de trabalho e fluxo internacional de conhecimento. Ao mesmo tempo, o engajamento da comunidade envolvida direta e indiretamente nas Lei TIC – que é grande e dispersa- nesses debates – poderia fornecer uma maneira inovativa de acelerar o desenho institucional, promover a criação de idéias a partir da base e enriquecer a troca de experiências dentro do setor.

Finalmente, embora a rede seja profundamente influenciada pelo contexto do regime de impostos existente entre 1997 e 2003, não há razões para se restringir os métodos usados para esta única fonte de financiamento. Uma análise das redes de conhecimento em nível de projetos poderia englobar outras formas de financiamento organizadas pelos projetos, como é cada vez mais comum em financiamentos ou outras formas de apoio para inovação. À medida que aparecem outras fontes de financiamentos (ex. Fundos Setoriais, agências locais, etc), a análise dessas redes poderia ajudar o desenvolvimento de estratégias setoriais realistas nos diferentes objetivos desenvolvimentistas. Embora este nível de análise tenha que ser considerado em termos dos custos da *accountability,* eles certamente se pagariam em termos do sempre necessário aprendizado institucional.

ANEXO 1

Tabela 5. Lei de Informática - Lei nº 8.248/1991, alterada pela Lei nº 10.176/2001

Ano	Reduções		Investimentos em P&D							
				Internos	Externos					
	Incentivo do IPI	Investimentos em P&D	TOTAL	Realizados pela própria empresa e por elas contratadas	Total	Convênios com instituições credenciadas, contratação de projetos com empresas vinculadas a incubadoras credenciadas e nos Programas Prioritários				FNDCT - CTInfo
						Qualquer Região do País	Regiões de influência da SUDAM (exceto ZFM) e SUDENE e na Região Centro-oeste			Depósitos
							Total	Natureza das Entidades		
								Públicas ou Privadas	Públicas	
Empresas Sediadas nas Regiões de influência da SUDAM (exceto ZFM) e da SUDENE e na Região Centroeste										
2000	100%	0%	5,00%	2,700%	2,300%	1,000%	0,800%	0,5600%	0,2400%	0,500%
2001	100%	0%	5,00%	2,700%	2,300%	1,000%	0,800%	0,5600%	0,2400%	0,500%
2002	100%	3%	4,85%	2,619%	2,231%	0,970%	0,776%	0,5432%	0,2328%	0,485%
2003	100%	8%	4,60%	2,484%	2,116%	0,920%	0,736%	0,5152%	0,2208%	0,460%
Empresas Sediadas nas Demais Regiões										
2000	100%	0%	5,00%	2,700%	2,300%	1,000%	0,800%	0,5600%	0,2400%	0,500%
2001	95%	5%	4,75%	2,565%	2,185%	0,950%	0,760%	0,5320%	0,2280%	0,475%
2002	90%	10%	4,50%	2,430%	2,070%	0,900%	0,720%	0,5040%	0,2160%	0,450%
2003	85%	15%	4,25%	2,295%	1,955%	0,850%	0,680%	0,4760%	0,2040%	0,425%

Fonte: Ministério da Ciência & Tecnologia. Lei de Informática . Regra Geral Anterior - 2000/2009. http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/14535.html (acessado em 11 de dezembro de 2007).

AGRADECIMENTOS

Esse artigo recebeu inúmeros comentários de várias pessoas entre elas, Joe Tidd, Martin Bell, Elisa Giuliani, Peter Gammelfort, Nick von Tunzelman e Carlos Sato, embora nenhuma destas pessoas tenha responsabilidade sobre o artigo. Esse artigo possui algumas similaridades com uma outra publicação ainda no prelo (Perini, a ser publicado) que foca nos aspectos mais teóricos das relações entre projetos e sistemas setoriais. O autor agradece o apoio financeiro concedido pelo Programa AlBan, Programa Europeu de Bolsas de Estudo de Alto Nível para a América Latina, número de identificação E03D16012BR e o apoio profissional e institucional da ABDI e SEPIN/MCT que tornou possível esse projeto.

Referências

ACHA, V.; CUSMANO, L. Governance and co-ordination of distributed innovation processes: patterns of R&D co-operation in the upstream pretroleum industry. *Economics of Innovation and New Technology,* v. 14, n. 1-2, p. 1-21, 2005.

ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. *The globalization of the software industry:* perspectives and opportunities for developed and developing countries. [S.l.: s.n.], 2004. p. 10538.

ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for innovation. In: LKRR, Nelson (Ed.). *The rate and direction of inventive activity.* [S.l.: s.n.], 1962.

BELL, M. *Towards the dynamic analysis of sectoral/ innovation systems in industrialising countries.* St Petersburg: [s.n.], 2005.

_____; ALBU, M. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development,* v. 27, n. 9, p. 1715-34, 1999.

_____; MARIN, A. Where do foreign direct investment-related technology spillovers come from in emerging economies?: an exploration in Argentina in the 1990s. *The European Journal of Development Research,* v. 16, n. 3, p. 653-86, 2004.

_____; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change,* v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.

BORGATTI, S. P. *Netdraw:* graph visualization software. Harvard: Analytic Technologies, 2002.

BOTELHO, A. J.; TSCHANG, T.; AMSDEN, A. *Slicing the knowledge-based economy in Brazil, China and India:* a tale of 3 software industries. [S.l.: s.n.]: MIT, 2003.

BRESCHI, S.; LISSONI, F. Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. Barcelona: [s.n.], 2000. In: European Regional Science Association Conference, 40., 2000, Barcelona. *Papers...* Barcelona: [s.n.], 2000.

CAMPOS, A. L. S.; TEIXEIRA, A.G. *Política industrial & capacitação tecnológica:* análise da dimensão explícita da política nacional de informática (1991-1998). [S.l.: s.n.], 2004. (Leituras de Economia Política, v. 10).

COASE, R. H. The nature of the firm. In: WILLIAMSON, O. E.; WINTER, S. G. (Ed.). *The nature of the firm.* Oxford: University Press, 1993.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quaterly,* v. 35, n. 1, p. 128-52, 1990.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO - UNCTAD. *Towards a new paradigm for development:* strategies, policies and processes. [S.l.], 1998.

_____. *Transnational corporations and the internationalization of R&D.* New York, 2005.

COOKE, P.; GOMEZ URANGA, M.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: institutional and organisational dimensions. *Research Policy,* v. 26, n. 4-5, p. 475-91, 1997.

DAVIES, A.; HOBDAY, M. *The business of projects:* managing innovation in complex products and systems. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2005.

DEBRESSON, C.; AMESSE, F. Networks of innovators: introduction. *Research Policy,* v. 20, p. 363-79, 1991.

DEFILLIPPI, R. J.; ARTHUR, M. B. Paradox in project-based enterprise: the case of film making. *California Management Review,* v. 40, n. 2, p. 125-39, 1998.

DOSI, G.; WINTER, S. G.; NELSON, R. R. *The nature and dynamics of organizational capabilities.* Oxford: Oxford University Press, 2000.

EDQUIST, C. *Systems of innovation:* technologies, institutions, and organizations: science, technology and the international political economy. London: Pinter, 1997.

GALINA, S. V. R.; PLONSKI, G. A. Global product development in the telecommunication industry: an analysis of the brazilian subsidiaries involvement. In: INTERNATIONAL PRODUCT DEVELOPMENT MANAGEMENT CONFERENCE, 9., 2002, France. *Papers…* France: [s.n.], 2002.

GARCIA, R. Critical evaluation of the results of the "Informatics Law" and its reflexes on the electronic complex. In: EUNIP CONFERENCE, 2002, Finland. *Papers…* Finland: [s.n.], 2002.

GIDDENS, A. *Central problems in social theory:* action, structure, and contradiction in social analysis. Berkeley: University of California Press, 1979.

GIULIANI, E.; BELL, M. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a chilean wine cluster. *Research Policy,* v. 34, p. 47-68, 2005.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, D. Trade, knowledge spillovers and growth. *European Economic Review,* v. 35, p. 517-26, 1992.

HOBDAY, M. *Digital telecommunications technology and the third world:* the theory, the challenge, and the evidence from Brazil. 1986. Tese (Doutorado)- University of Sussex, 1986.

_____. The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?. *Research Policy,* v. 29, n. 7-8, p. 871-93, 2000.

_____; CAWSON, A.; RAN KIM, S. Governance of technology in the electronics industries of East and South-East Asia. *Technovation,* v. 21, n. 4, p. 209-26, 2001.

_____; PERINI, F.; MANCHESTER, C. *Latecomer entrepreneurship:* a policy perspective. New York: Columbia University, Initiative for Policy Dialogue, 2006. (Working paper, 5).

IAMMARINO, S.; MCCANN, P. The structure and evolution of industrial clusters: transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy,* v. 35, n. 7, p. 1018-36, 2006.

KIM, L. Absorptive capacity and industrial growth: a conceptual framework and Korea's experience. *Social capability and Long-term Economic Growth,* p. 266-87, 1995.

LORENZEN, M.; FOSS, N. J. *Cognitive coordination, institutions and clusters:* an exploratory discussion: cooperation, networks, and institutions in regional innovation systems. [S.l.: s.n.], 2003.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy,* v. 31, n. 2, 2002.

_____. Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economy Innovation New Technology,* v. 14, n. 1-2, p. 63-82, 2005.

MANI, S. Coping with globalisation: an analysis of innovation capabilities in brazilian telecommunications equipment industry. *Intech,* 2004.

MANNING, S. Managing project networks as dynamic organizational forms: learning from the TV movie industry. *International Journal of Project Management,* v. 23, p. 410–4, 2005.

MARSHALL, A. *Principles of economics.* [S.l.]: Macmillan and co., 1891.

MATHEWS, J. A. Competitive dynamics and economic learning: an extended resource-based view. In: DRUID SUMMER CONFERENCE, 2000, Denmark. *Papers…* Denmark: [s.n.], 2000.

MEYER, M. Tracing knowledge flows in innovation systems. *Scientometrics,* v. 54, n. 2, p. 193-212, 2002.

MYTELKA, L. K. The telecommunications equipment industry in Brazil and Korea. In: _____. *Competition, innovation and competitiveness in developing countries.* Danvers, MA: OECD, 1999.

NELSON, R. R. The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Ind Corp Change*, v. 3, n. 1, p. 47-63, 1994.

_____; ROSENBERG, N. *Technical innovation and national systems:* national innovation systems: a comparative analysis, 1993.

OWEN-SMITH, J.; POWELL, W. W. *Knowledge networks as channels and conduits:* the effects of spillovers in the Boston Biotechnology Community. [S.l.]: Organisation Science, 2005.

PATEL, P.; PAVITT, K. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In: STONEMAN, P. (Ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change.* [S.l.: s.n.], 1995.

PERINI, F. From innovation projects to knowledge networks: knowledge as a contingency in the organisation of innovation in sectors. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Ed.). *Aspects and challenges of sectoral systems of innovation in developing countries.* [S.l.: s.n., s.d.].

POWELL, W. W. Neither market nor hierarchy: network forms of organization. *Research in Organization Behavior,* JAY, v. 12, p. 295-336, 1990.

_____; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly,* v. 41, n. 1, 1996.

PYKA, A.; KÜPPERS, G. *Innovation networks:* theory and practice: new horizons in the economics of innovation. Cheltenham, UK; Northhampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2002.

RODRIK, D. After neoliberalism, what?. In: ALTERNATIVES TO NEOLIBERALISM CONFERENCE, 2002. *Papers…* [S.l.: s.n.], 2002.

SCHJOLDEN, A. *Globalization, liberalization, and restructuring of the brazilian telecommunications industry:* the end of technological capability?. Arizona: The University of Arizona, 1999.

SCHUMACHER, E. F. *Small is beautiful.* Lisboa: Publicações D. Quixote, 1985.

SCHUMPETER, J. *Capitalism:* socialism and democracy. New York: Harper, 1942.

SHAH, A. *Fiscal incentives for investment and innovation.* [S.l.: s.n.], 2006.

SIMON, H. A. Rational decision making in business organizations. *American Economic Review,* v. 69, n. 4, p. 493-513, 1979.

STEFANUTO, G. N. *O programa Softex e a indústria de software no Brasil.* São Paulo: Unicamp, 2004.

STIGLITZ, J. E. Markets, market failures, and development. *The American Economic Review,* v. 79, n. 2, p. 197, 1989.

SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. Telecommunications system of innovation in Brazil: development and recent challenges. In: GLOBELICS CONFERENCE INNOVATION SYSTEMS AND DEVELOPMENT STRATEGIES FOR THE THIRD MILLENNIUM, 1., 2003, Rio de Janeiro. *Papers…* Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

TEECE, D. Technological change and the nature of the firm. In: DOSI, G. et al (Ed.). *Technical change and economic theory.* Pinter: [s.n.], 1988. p. 256-81.

_____. Technology transfer by multinational firms: the resource cost of transferring technological know-how. *The Economic Journal,* v. 87, n. 346, p. 242-61, 1977.

TIDD, J. Complexity, networks & learning: integrative themes for research of innovation management. *International Journal of Innovation Management,* v. 1, n. 1, 1997.

VON HIPPEL, E. "Sticky Information" and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science,* v. 40, n. 4, p. 429-39, 1994.

VON TUNZELMANN, G. N. *Technology and industrial progress:* the foundations of economic growth. England: E. Elgar, 1995.

_____. Network alignment in the catching-up economies of Europe. In: MCGOWAN, F.; RADOSEVIC, S.; TUNZELMANN, N. V. (Ed.). *The emerging industrial structure of the wider Europe.* London: Routledge, 2004.

WADE, R. *Governing the market:* economic theory and the role of government in East Asian industrialization. Princeton, N.J: Princeton University Press, 1990.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis:* methods and applications. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994. (Structural analysis in the social sciences, 8).

WILLIAMSON, O. E. *The economic institutions of capitalism, firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press, 1985.

WORDEN, R. L. *Brazil:* the computer industry policy. Washington, DC: Federal Research Division, 1997.

Resumo

Esse artigo examina as redes de conhecimento induzidas pelo sistema de impostos no setor brasileiro de TIC durante o período de 1997 a 2003. A "Lei TIC", como o regime de impostos é conhecido, é um dos projetos pioneiros para o desenvolvimento do sistema setorial de inovação na América Latina após suas políticas de liberalização. Esses incentivos promoveram um investimento privado geral de R$ 2,6 bilhões em inovação durante aquele período, envolvendo 196 companhias e 173 institutos de educação e pesquisa. Os resultados fornecem novas evidências empíricas para o polêmico debate sobre a configuração do setor após a liberalização, enfatizando o desenvolvimento evolucionário das competências em software no Brasil, o papel chave das companhias multinacionais e institutos privados de pesquisa, e o impacto das políticas de regionalização sobre o fluxo de conhecimento intra e inter-regionais. O artigo conclui com as implicações dos processos analisados para as políticas setoriais e aprendizado institucional.

Abstract

This paper examines the knowledge networks induced by tax schemes in the Brazilian ICT sector between 1997 and 2003. The 'ICT Law', as the tax regime is known, is one of the pioneering projects for the development of sectoral innovation systems in Latin America after its liberalisation policies. These incentives promoted an overall private investment of R$ 2.6 billion in innovation during the period involving 196 companies as well as 173 educational and research institutes. The results provide new empirical evidence to the polemic debate about the configuration of the sector after the liberalisation highlighting the evolutionary development of the capabilities in software in Brazil, the key role of multinational companies and private research institutes, and the impact of the regionalisation policies on the intra- and inter-regional knowledge flows. It concludes with implications for sectoral policies and institutional learning.

O Autor

FERNANDO PERINI é oficial de programa para o Centro de Pesquisa para Desenvolvimento Internacional (IDRC) do Canadá em seu programa para a América Latina e Caribe. Pesquisador associado do SPRU (Science and Technology Policy Unit) da Universidade de Sussex (Inglaterra), trabalhou como professor de administração pela Universidade de Sussex e como consultor e pesquisador em projetos para o Banco Mundial, Comissão Européia, Siemens Mercosul e CITS (instituto de software em Curitiba). Sua pesquisa recente engloba áreas de internacionalização de P&D, organização da inovação, redes sociais de inovação e aprendizagem, e uso de tecnologia de informação para o desenvolvimento.