
Aprendizagem tecnológica e acumulação de capacidades de inovação: evidências de contract manufacturers no Brasil

*Paulo N. Figueiredo
Rosilene F. de Andrade
Klauber N. Brito*

Recebido em 27/maio/2009
Aprovado em 01/setembro/2009

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor Científico: Nicolau Reinhard

RESUMO

A despeito da profusão de estudos sobre aprendizagem como fonte de construção de competências tecnológicas em empresas, a maioria tem examinado esse relacionamento pela perspectiva intraempresarial. Neste artigo, examina-se o papel dos fluxos interempresariais de conhecimento na construção de capacidades de produção e de inovação em empresas subsidiárias de multinacionais do setor de tecnologias de informação e de comunicação (TICs) do Brasil, no período de 1996 a 2007. Baseando-se em evidências de primeira mão, colhidas por meio de trabalho de campo, constatou-se que as empresas pesquisadas se engajaram ativamente nos últimos dez anos em um processo de acumulação de capacidades tecnológicas. Porém, encontrou-se no estudo alto grau de variabilidade entre as empresas estudadas, em termos da profundidade de acumulação de capacidades tecnológicas para atividades de produção e de inovação. Grande parte dessa variabilidade é explicada pela natureza e pela intensidade dos processos interempresariais de aprendizagem desenvolvidos pelas empresas. Este artigo contribui, portanto, para avançar no entendimento do processo de acumulação tecnológica em subsidiárias de empresas multinacionais em um contexto de economia emergente. Também contradiz generalizações comuns que atribuem a esse tipo de empresa um papel passivo quanto às atividades tecnológicas no contexto de economias emergentes.

Palavras-chave: capacidade tecnológica, tecnologias da informação e de comunicação (TICs), aprendizagem tecnológica, *contract manufacturers*, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

As capacidades ou competências tecnológicas são importantes recursos para a obtenção de vantagem competitiva e de crescimento sustentável para em-

Paulo N. Figueiredo, Ph.D. em Gestão de Tecnologia e Inovação pelo SPRU – *Science and Technology Policy Research* da *University of Sussex* (Reino Unido), é Professor do Quadro Permanente da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (CEP 22253-900 – Rio de Janeiro/RJ, Brasil).

E-mail: pnf@fgv.br

Endereço:

Fundação Getúlio Vargas
EBAPE – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas
Praia de Botafogo, 190 – 5º andar – sala 510
Botafogo
22253-900 – Rio de Janeiro – RJ.

Rosilene F. de Andrade, Engenheira Química pela Universidade Federal de Sergipe, Mestre em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas, é Consultora em Gestão de Projetos de Tecnologia da Informação e Pesquisadora do Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (CEP 22253-900 – Rio de Janeiro/RJ, Brasil).

E-mail: rosileneffa@gmail.com

Klauber N. Brito, Bacharel em Administração de Empresas pela Universidade Federal de Campina Grande, Mestre em Gestão de Empresas do Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE), é Professor do Centro Universitário de João Pessoa (UNIFE) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (CEP 58051-900 – João Pessoa/PB, Brasil), e Pesquisador Associado do Programa de Pesquisa em Gestão da Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas.

E-mail: klauberbrito@uol.com.br

presas de diversos tipos de setores industriais (WERNERFELT, 1984; PRAHALAD e HAMEL, 1990; PAVITT, 1991; TEECE, PISANO e SHUEN, 1997; TEECE, 2007). As capacidades tecnológicas de empresas são construídas, nutridas e sustentadas por fontes específicas; fontes essas que são operacionalizadas por meio de **estratégias de aprendizagem**.

A década de 1970 marca o início dos estudos acerca dos processos de aprendizagem e acumulação de capacidades tecnológicas de empresas localizadas nos países de industrialização recente (ver, por exemplo, DAHLMAN e FONSECA, 1978; BELL, SCOTT-KEMMIS e SATYARAKWIT, 1982; KATZ, 1987; LALL, 1987). A partir da década de 1990, houve uma profusão de novos estudos sobre as implicações dos processos de aprendizagem para a construção de competências ou capacidades de **produção** e de **inovação** mas empresas (ver, por exemplo, HOBDAI, 1995; KIM, 1997 e 1998; DUTRÉNIT, 2000; FIGUEIREDO, 2001; FLEURY, M. e FLEURY, A., 2002; FLEURY, A. e FLEURY, M., 2005). Tais estudos, além do mérito de demonstrar a ocorrência de atividades inovadoras em empresas situadas em economias em desenvolvimento ou emergentes, foram também capazes de salientar a importância de certos mecanismos e processos de aprendizagem para o desenvolvimento de suas capacidades tecnológicas.

A maioria dos estudos tem examinado esse relacionamento pela perspectiva intraempresarial. No entanto, a formação de capacidades ou competências para a realização de atividades de produção e de inovação nas empresas tem, cada vez mais, envolvido uma relação interempresarial em termos de fluxos de conhecimento (ver, por exemplo, CHESBROUGH, 2006). Assim, nota-se haver escassez de estudos que examinem **como** os processos **interempresariais** de aprendizagem influenciam na formação de capacidades de produção e de inovação, ao longo do tempo, de empresas inseridas no contexto de economias emergentes. Adicionalmente, são ainda mais escassos estudos que examinem esse relacionamento ao longo do tempo (perspectiva dinâmica) em empresas subsidiárias de multinacionais, particularmente relacionadas ao setor de Tecnologias de Informação e de Comunicação (TICs) no contexto de economias emergentes, em especial no Brasil.

No que diz respeito ao processo de acumulação de capacidades tecnológicas, conforme ressaltado por Pavitt (1991), as alterações na direção da mudança tecnológica ao longo dos últimos 30 anos têm-se caracterizado por progressiva desintegração de atividades de projeto (*design*) de produtos e serviços em relação às atividades de produção. Uma das razões de tal mudança é a crescente aplicação de melhorias em tecnologias da informação e da comunicação. As TICs têm facilitado o intercâmbio de informação e conhecimento codificado dos *designers* para a manufatura.

Esse contexto é, por sua vez, consequência do processo de codificação que se iniciou nas organizações há aproximadamente 25 anos, quando as empresas começaram a instalar seus sistemas integrados de tecnologia de informação (TI).

Como resultado desse processo, as atividades de desenho e de pesquisa e desenvolvimento (P&D) permaneceriam em economias tecnologicamente avançadas, principalmente as TICs e suas aplicações, enquanto economias em desenvolvimento ou emergentes estariam confinadas às atividades de manufatura (ver PAVITT, 2002). Uma implicação desse contexto é que as TICs podem contribuir para a difusão de atividades tecnológicas inovadoras (DOSI, 1988; CASTELLS, 1996; PAVITT e STEINMUELLER, 2002).

No entanto, a implicação de maior difusão de atividades tecnológicas inovadoras está, de forma geral, relacionada estritamente à realidade de países tecnologicamente avançados como, por exemplo, Alemanha, Estados Unidos e Reino Unido. Em outras palavras, muito pouco é considerado quanto ao engajamento e ao efetivo processo de acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras em organizações de economias em desenvolvimento com atividades inovadoras à base de TICs, embora exista vasta literatura produzida sobre esse tema ao longo das últimas décadas, tanto em nível conceitual como no plano empírico, a partir da experiência de várias economias em desenvolvimento, incluindo o Brasil (ver, por exemplo, BAPTISTA, 1988; FREEMAN e PEREZ, 1988; TIGRE, 1988 e 1993; COOPER e KAPLINSKY, 1989; GAIO, 1992; MODY e DAHLMAN, 1992; HOBDAI, 1995), embora tais estudos não examinem o tema de maneira sistemática em níveis intra e interempresarial ao longo do tempo.

Ocorre que por meio do emprego de TICs algumas economias emergentes vêm logrando êxito no processo de construção de capacidades tecnológicas inovadoras, alcançando desempenho internacionalmente competitivo em áreas importantes, como, por exemplo, a indústria de *software* na Índia (ver ETHIRAJ *et al.*, 2005). Não obstante, ainda subsiste escassez de estudos empíricos recentes sobre o processo de **criação** de capacidades tecnológicas – aprendizagem tecnológica – em atividades tecnológicas de indústrias inseridas no contexto de países em desenvolvimento. Particularmente no caso do Brasil isso é ainda mais premente em função das mudanças ocorridas na política do setor de TICs com a edição da Lei nº 8.248/1991 (Lei de Informática).

A nova Lei de Informática (regulamentada em 1993) passou a basear-se em um regime de incentivos fiscais voltados à implementação de atividades de P&D em empresas desse setor no Brasil e em parceria com organizações locais de suporte à inovação. Assim, o novo regime adotado no começo dos anos 1990 tornou-se um dos mais importantes componentes institucionais do **sistema de inovação** no Brasil, a partir do início dessa década.

Nesse sentido, além de buscar contribuir para preencher essa lacuna nesse campo de estudo, examinam-se neste trabalho o papel dos vários fluxos de conhecimento interempresariais e a sua contribuição ao processo de acumulação de capacidades tecnológicas para atividades de **produção** e de **inovação** no contexto de empresas subsidiárias de multinacionais

relacionadas a empresas transnacionais (ETNs), especificamente *Contract Manufacturers* (CM) que atuam no setor de tecnologias de informação e de comunicação do Brasil, sob uma perspectiva dinâmica, no período de 1996 a 2007.

A partir desta introdução, o artigo está assim estruturado: na seção 2, apresenta-se a base analítica do estudo, bem como suas métricas relacionadas; na seção 3, descrevem-se brevemente o desenho e o método do estudo subjacentes a este artigo; na seção 4, examinam-se as evidências empíricas do estudo acerca do processo de desenvolvimento de capacidades tecnológicas nas empresas estudadas, bem como os processos interempresariais de aprendizagem tecnológica como uma das fontes de aprendizado nas empresas; na seção 5, encerra-se o artigo com as principais conclusões e recomendações para estratégias corporativas e governamentais.

2. BASE ANALÍTICA

2.1. Capacidade de inovação: o que é?

Neste artigo, faz-se uso da abordagem que diferencia a capacidade de **produção** da capacidade para realizar atividades inovadoras (LALL, 1992; BELL e PAVITT, 1993 e 1995). O conceito de capacidade de produção está relacionado às capacidades de operação rotineiras das empresas, ou seja, os recursos para a produção de bens e serviços, utilizando a combinação de fatores como, por exemplo, habilidades, equipamentos para produção, sistemas organizacionais, métodos e técnicas gerenciais. Já a capacidade tecnológica inovadora permite criar, modificar ou aperfeiçoar produtos e processos, isto é, as capacidades inovadoras representam a incorporação de recursos adicionais e distintos que permitem a geração e o gerenciamento das mudanças tecnológicas de maneira autônoma.

Conforme argumentado por Bell e Pavitt (1993), Lall (1994), Hobday (1995), Kim (1997) e Figueiredo (2004 e 2009), empresas que operam em economias em desenvolvimento ou emergentes (**empresas latecomers**) normalmente iniciam suas operações sob condições não competitivas no mercado mundial, aquém da fronteira tecnológica global em seus setores de atuação e com níveis baixos e/ou inexistentes de capacidades tecnológicas. Iniciam sob a condição de imitadoras. A acumulação de suas capacidades tecnológicas é uma questão crucial para atingirem a **maturidade industrial** e, assim, alcançarem níveis sofisticados de inovação e competitividade em termos globais. Vale esclarecer que as empresas **latecomers** não entram tardiamente no mercado por mera escolha, como no caso das **late entrants**, cujo exemplo típico é o da IBM nos anos 1970. Muito menos se trata de uma **start-up**. Empresas **latecomers** iniciam o seu negócio quando empresas de economias industrializadas já possuem altos graus de capacidades inovadoras. Isso se dá por razões históricas e em função de desenvolvimento econômico e industrial tardio do contexto em que nascem e operam, valendo tanto para empresas locais como

para subsidiárias de empresas multinacionais que operam em economias em desenvolvimento e/ou emergentes, como em grande parte de Ásia, América Latina, África e Oriente Médio.

Como em Lall (1992), Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000), Figueiredo (2001) e Tacla (2002), neste trabalho as capacidades tecnológicas são mensuradas a partir das **atividades** que as empresas passam a executar no decorrer de sua operação, utilizando, para tanto, um modelo para a avaliação dos tipos e níveis de capacidades tecnológicas. Esse modelo comporta as funções-chave do setor industrial examinado, bem como o grau de novidade de inovação e de complexidade de tais atividades, enfatizando a distinção entre as **capacidades de produção** e as **capacidades inovadoras**.

O modelo utilizado na pesquisa que originou este artigo teve por base Bell e Pavitt (1995) e aplicações realizadas em Ariffin (2000) e Figueiredo (2001 e 2003), para mensurar as capacidades tecnológicas nas empresas estudadas, conforme consta no quadro 1. A matriz de capacidades por funções tecnológicas foi adaptada para melhor captar as características e peculiaridades tecnológicas do tipo de empresa estudada – as *contract manufacturers* –, de acordo com a respectiva natureza de suas atividades principais. Nesse sentido, quatro funções tecnológicas foram definidas e consideradas fundamentais para os tipos de empresas analisadas, com base em evidências e entrevistas prévias realizadas com profissionais das empresas em análise, a saber: gestão de projetos; engenharia e processos de *software*; processos e organização da produção de *hardware*; e atividades relacionadas a produtos e soluções em tecnologias.

É importante ressaltar que, embora o modelo apresente os níveis de capacidades de forma linear, não se deve presumir que a acumulação delas seguirá essa linearidade. Em outras palavras, as empresas podem adquirir capacidade de inovação básica sem ter necessariamente acumulado capacidade de produção avançada, conforme destacam Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000) e Figueiredo (2003). Elas podem acumular capacidades de maneira irregular, isto é, alto grau de capacidade inovadora em uma função (por exemplo, em engenharia de *software*), mas baixo grau de capacidade para inovação em produtos.

2.2. Processos interempresariais de aprendizagem tecnológica

Uma dimensão importante da aprendizagem tecnológica diz respeito aos vários processos pelos quais o conhecimento adquirido em nível individual é transformado em competências ou capacidades tecnológicas da empresa (KIM, 1998; FLEURY, A. e FLEURY, M., 2005; TACLA e FIGUEIREDO, 2006). É comum a compreensão de aprendizagem tecnológica em dois sentidos. Primeiramente, como a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica. Essa trajetória, por sua vez, pode ser alterada ao longo do tempo: é possível acumular capacidades tecnológicas em diferentes direções e velocidades. Em segundo lugar, aprendizagem tecnológica pode ser compreendida como o processo pelo qual os conhecimentos técnicos (tácitos) de

Quadro 1

Modelo para Avaliação de Capacidades Tecnológicas em Empresas Contract Manufacturers (CM)

Níveis de Capacidade		Exemplos Ilustrativos
Capacidades Inovadoras	 Capacidade inovadora na fronteira tecnológica internacional (Inovação de liderança mundial)	Desenvolvimento de metodologia própria de gestão de projetos reconhecida como <i>breakthrough</i> . A orientação das práticas operacionais é equivalente às recomendações do CMM (<i>Capability Maturity Model</i>) nível 5. Esforço próprio de P&D, ou em parceria técnica com terceiro, em pesquisa de soluções inéditas no mercado global, definindo nova fronteira tecnológica no setor.
	 Capacidade inovadora avançada	Gestão integrada do projeto com cenários de contingência, gestão de riscos, métricas eficientes e pontos de controle. Desenvolvimento de ferramentas próprias de engenharia de <i>software</i> . A orientação das práticas operacionais é equivalente às recomendações do CMM nível 4. <i>Design</i> e desenvolvimento de processo de produção próprio, diferenciando-se regionalmente. Capacidade de <i>design</i> e desenvolvimento de produtos com clientes, empresas-mães, empresas-irmãs e/ou parceiros.
	 Capacidade inovadora intermediária	Gestão integrada de todas as áreas do projeto (custo, escopo, risco, qualidade, tempo e recursos). Implementação de <i>best practices</i> do PMBOK (<i>Project Management Body of Knowledge</i>). A orientação das práticas operacionais é equivalente às recomendações do CMM nível 3. Implementação completa de TPM (<i>Total Productivity Maintenance</i>). Reformulação total da organização dos processos de produção. Capacidade de desenvolver engenharia de produtos de forma simultânea com clientes, empresas-mães, empresas-irmãs e/ou parceiros.
	 Capacidade inovadora básica	Documentação formal e padronizada das fases do projeto em base de dados. Desenvolvimento de sistemas próprios de automatização de processos. Capacidade de implementar reengenharia de processos produtivos. Capacidade de <i>ramp-up</i> e de produção em baixa/média escala de novos produtos. Definição de novas aplicações para <i>software</i> embarcado. Capacidade de desenvolver protótipos de produtos.
Capacidades de Produção	 Capacidade de produção avançada	Planejamento e coordenação formal de projetos internos de baixa complexidade. Processos institucionalizados de construção de <i>software</i> . Controle básico de versão de código fonte. Instalação e configuração operacional de equipamentos por equipe própria. Montagem de produtos miniaturizados. Capacidade de aplicar novas tecnologias a produtos já existentes (exemplo: celular digital em substituição ao modelo analógico).
	 Capacidade de produção intermediária	Metodologia simplificada, aplicada às fases básicas do projeto (exemplos: planejamento, execução e testes). Padronização básica dos processos; as grandes etapas do processo passam a ser executadas de forma semelhante, porém ainda sem formalização e documentação necessária. Montagem de componentes CKD (<i>Completely Knocked Down</i>) para posterior integração e montagem completa (exemplo: PCBA – <i>Printed Circuit Board Assembly</i>). Novas aplicações para tecnologias e produtos já existentes, visando ao atendimento das necessidades pontuais da empresa ou do cliente.
	 Capacidade de produção básica	Práticas de gestão de projetos informais. Processos operacionais não formalizados (cada projeto segue um processo diferente). Práticas de engenharia de <i>software ad hoc</i> . Simples montagem de componentes em <i>kits SKD</i> (<i>Semi Knocked Down</i>). Simples replicação de especificações em processos produtivos ou produtos.

Fonte: Adaptado de Ariffin (2000) e Figueiredo (2001). Trata-se de uma versão simplificada. O modelo original aplicado durante os trabalhos de campo e análise de dados envolveu uma matriz adaptada que identificou níveis de capacidade tecnológica para quatro funções específicas (gestão de projetos, engenharia e processos de *software*, processos e organização da produção de *hardware*, e atividades relacionadas a produtos e soluções em tecnologias). O processo de adaptação e validação da métrica completa durou cerca de seis meses e contou com consultas a vários especialistas da indústria de TICs e de *Contract Manufacturers*.

indivíduos são transformados em sistemas físicos, processos de produção, procedimentos, rotinas organizacionais e produtos, por exemplo. O termo **aprendizagem** é entendido neste artigo conforme esse último sentido, ou seja, como o processo que permite a uma empresa acumular capacidades tecnológicas

ao longo do tempo, como o insumo para a acumulação de capacidades tecnológicas (BELL e PAVITT, 1993; KIM, 1997; FIGUEIREDO, 2001 e 2003; FLEURY, A. e FLEURY, M., 2005).

No que diz respeito ao processo de aprendizagem em subsidiárias de empresas transnacionais (ETNs), a literatura rela-

cionada tende a assumir um modelo simples de relacionamento entre as empresas subsidiárias e suas empresas-mães que não captura a extensão de relacionamentos identificados nesta pesquisa. A maioria dos modelos foca exclusivamente os vínculos baseados em atividades mercadológicas ou de operações entre subsidiárias e empresas-mães, ignorando as dimensões de aprendizagem e de fluxos de conhecimento nas interações (ARIFFIN, 2000).

Nesta seção, apresenta-se uma tipologia para o exame da natureza dos fluxos de conhecimento e suas implicações para a acumulação de capacidades tecnológicas nas empresas selecionadas. Em primeiro lugar, faz-se distinção entre:

- vínculos que dizem respeito, principalmente, às **transações de mercado** em bens e serviços;
- vínculos que dizem respeito aos **fluxos de conhecimento para aprendizagem e inovação**.

Análises relacionadas à inovação em países industrializados sugerem que os dois tipos de relacionamentos listados acima acontecem em conjunto, entretanto eles podem, obviamente, ser independentes. Por um lado, alianças estratégicas voltadas à inovação podem ser firmadas sem o envolvimento de relações cliente-fornecedor. Por outro, enorme número de relacionamentos entre empresas envolve apenas transações de mercado em bens e serviços, sem colaboração alguma em inovação. Em segundo lugar, faz-se diferenciação entre:

- vínculos baseados, fundamentalmente, no **uso** da capacidade tecnológica já existente nas empresas;
- vínculos que contribuem significativamente para **gerar** capacidade tecnológica na empresa.

Os primeiros podem existir quando as transações de mercado em bens e serviços envolvem pouca ou nenhuma transferência de aptidões e conhecimentos que ampliem a capaci-

dade tecnológica já existente nas empresas. Por outro lado, os vínculos com outras empresas podem envolver considerável fluxo de aptidões e conhecimentos que ajudem as empresas a desenvolver sua capacidade tecnológica, seja em produção, seja em capacidade tecnológica inovadora. Esses vínculos podem, inclusive, ser reversos quando, por exemplo, a inovação flui da subsidiária para a empresa-mãe. Os grupos estratégicos de empresas que possuem vínculos nas formas explicitadas acima, originadas inicialmente em Hobday (1996) e Ariffin (2000), foram adaptados para este estudo conforme descrito na figura abaixo. Como indicado na figura, existem dois importantes tipos de vínculos de aprendizado tecnológico entre esses grupos de empresas. São eles:

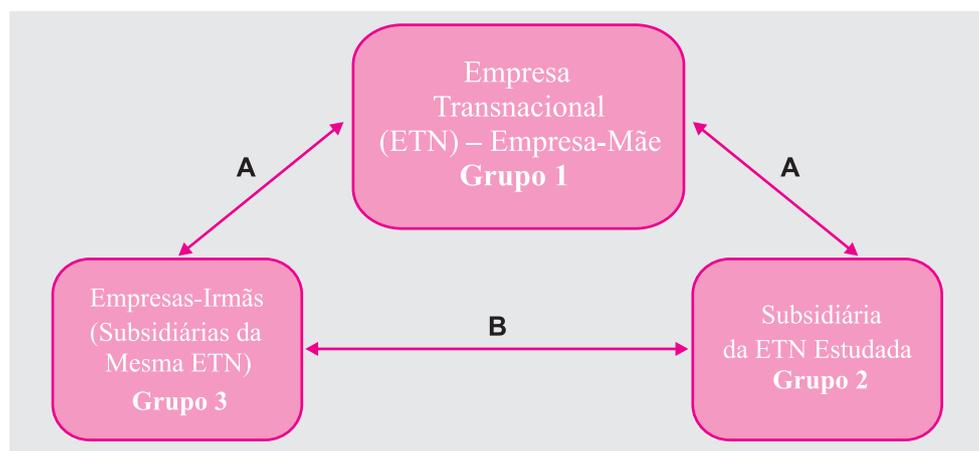
- **A = Vínculo subsidiária – empresa-mãe** – vínculo entre subsidiárias (Grupos 2 e 3) e sua empresa-mãe (Grupo 1).
- **B = Vínculo subsidiária – empresas-irmãs** – vínculo entre subsidiárias da mesma corporação transnacional (empresas do Grupo 2 e do Grupo 3).

O quadro 2 sumariza o modelo referente aos processos interempresariais de aprendizagem tecnológica em relação aos tipos de fluxos de conhecimento nas empresas estudadas.

A tipologia utilizada neste artigo classifica e descreve os diferentes tipos de fluxos de conhecimento por meio dos vínculos, com ênfase na intensidade e na diversidade dos fluxos. Esse modelo classifica os vínculos entre as empresas aqui estudadas e suas empresas-mães e empresas-irmãs em vínculos para **uso** da capacidade tecnológica e vínculos para **criação** de capacidade tecnológica.

3. DESENHO E MÉTODO DO ESTUDO

O estudo que deu origem a este artigo foi desenhado para examinar tipos e níveis de capacidade tecnológica, bem como



Vínculos de Conhecimento de Empresas Subsidiárias de ETNs neste Estudo

Fonte: Adaptada de Ariffin (2000).

Quadro 2

Modelo dos Vínculos Interempresariais de Aprendizagem Tecnológica

Vínculos	Vínculos Baseados em Transações de Mercado em Bens e Serviços	Vínculos de Fluxos de Conhecimento	
		Tecnologia Existente (Produção Rotineira)	Vínculos para Inovação
Uso da capacidade tecnológica já existente na empresa	Vínculo MP (Marketing/Production) É meramente uma relação comercial envolvendo a venda de bens e serviços derivados do uso da capacidade de produção existente.		Vínculo I (Innovation) As empresas já têm capacidade tecnológica inovadora e colaboram no sentido de utilizá-la para introduzir inovações, o que em geral envolve pesquisa, desenvolvimento e <i>design</i> conjuntos para novos produtos e processos.
Desenvolvimento de capacidade tecnológica (aprendizagem)		Vínculo LP (Learning for Production) Gera ou amplia a capacidade de produção, aprendendo com outra subsidiária a produzir produtos, utilizar certos processos e/ou dominar práticas gerenciais e organizacionais.	Vínculo LI (Learning for Innovation) Desenvolvimento de capacidade inovadora, envolvendo treinamento, aquisição de experiência em nível formal, engenharia reversa e melhoramento incremental.
Desenvolvimento reverso de capacidade tecnológica (aprendizagem)		Vínculo R-LP (Reverse Learning for Production) Ocorre quando uma subsidiária auxilia a empresa-mãe ou irmã no desenvolvimento da capacidade básica para produzir, utilizar processos e/ou dominar práticas gerenciais e organizacionais.	Vínculo R-LI (Reverse Learning for Innovation) Ocorre quando uma subsidiária auxilia a empresa-mãe ou irmã no desenvolvimento de sua capacidade inovadora, por meio de treinamento formal, engenharia reversa e melhoramento incremental.

Fonte: Adaptado de Ariffin (2000).

as principais fontes para essas capacidades, em um conjunto de cinco empresas do setor de TICs no Brasil, de modo específico as *contract manufacturers* (CMs), que foi estabelecido a partir de uma pré-seleção indicada pela associação empresarial que representa as firmas estudadas.

A pesquisa subjacente a este artigo baseou-se em evidências qualitativas e quantitativas de primeira mão colhidas pessoalmente pelos autores, por meio de extensivos e detalhados trabalhos de campo. Os trabalhos de campo foram realizados no período de setembro de 2006 a abril de 2007. O processo de coleta de evidências envolveu a realização de mais de 91 entrevistas no âmbito das cinco empresas estudadas, além de observações diretas e consultas a arquivos e documentos dessas empresas. Adicionalmente, após o término

dos trabalhos de campo, foram obtidos 109 formulários respondidos por pessoas selecionadas nas empresas. Esse procedimento objetivou aprofundar as informações sobre temas específicos subjacentes à pesquisa.

4. PRINCIPAIS RESULTADOS DO ESTUDO

4.1. Desenvolvimento de capacidades tecnológicas nas empresas estudadas

A pesquisa revela algumas evidências de como as indústrias do setor de TICs no Brasil conseguiram, nos últimos 11 anos, acumular tipos e níveis de capacidade tecnológica não apenas de rotina, mas principalmente para inovação (em diver-

sas funções) e, com isso, moverem-se (em alguns casos) para patamares próximos da fronteira tecnológica internacional.

A métrica utilizada para aferir capacidade tecnológica nas empresas pesquisadas é composta por sete níveis para as quatro funções tecnológicas: gestão de projetos, engenharia e processos de *software*, organização e processos da produção de *hardware*, e atividades relacionadas a produtos e soluções em tecnologias. Para todas as funções tecnológicas, os níveis de produção (produção básica, intermediária e avançada) referem-se à capacidade para **uso/operação** de tecnologias e sistemas de produção existentes nas empresas pesquisadas, enquanto as capacidades inovadoras são desagregadas nos níveis de inovação básica, intermediária, avançada e inovadora de fronteira internacional (líder mundial – ver o quadro 1), e referem-se à capacidade de **gerar e gerir mudanças tecnológicas**. Tais inovações não se limitam, porém, a **produtos**, mas a uma variedade de atividades, tais como processos de produção, gestão de projetos, engenharia de *software*, entre outras.

No quadro 3, resumem-se as evidências acerca dos tipos e níveis de capacidades tecnológicas encontrados nas cinco empresas: Alpha, Beta, Epsilon, Gamma e Theta.

Em termos genéricos, observa-se **homogeneidade** entre as empresas pesquisadas no que se refere à acumulação de capa-

cidade de produção, ou seja, todas as empresas pesquisadas alcançaram esses níveis de capacidades tecnológicas.

No entanto, as evidências sugerem **heterogeneidade** no que diz respeito aos níveis de capacidades inovadoras alcançados pelas empresas. Em outras palavras, as evidências da pesquisa apontam para a diversidade de capacidades tecnológicas inovadoras, tanto em nível **interempresarial** (entre as empresas) como em nível **intraempresarial** (isto é, acúmulo irregular de capacidades para funções tecnológicas distintas dentro da mesma empresa). A exceção fica por parte da função tecnológica de organização e processos da produção de *hardware*.

4.2. Processos interempresariais de aprendizagem tecnológica nas empresas estudadas: 1996-2007

4.2.1. Evolução dos processos interempresariais de aprendizagem nas empresas examinadas

Conforme as evidências coletadas nas cinco CMs pesquisadas, observa-se no quadro 4 que todas as empresas apresentaram fluxo de conhecimento com suas empresas-mães e/ou empresas-irmãs do tipo MP, o qual se caracteriza por um relacionamento puramente comercial, com uma unidade utili-

Quadro 3

Tipos e Níveis de Capacidades Tecnológicas Encontrados nas Empresas Estudadas

	Níveis de Capacidade Tecnológica	Funções Tecnológicas			
		Gestão de Projetos	Engenharia e Processos de Software	Organização e Processos da Produção de Hardware	Produtos e Soluções em Tecnologia
Capacidades Inovadoras	Inovação de liderança mundial (Nível 7)	Não Alcançado	Não Alcançado	Não Alcançado	Não Alcançado
	Avançada (Nível 6)	Não Alcançado	Não Alcançado	Não Alcançado	Não Alcançado
	Intermediária (Nível 5)	Epsilon	Epsilon	Todas as Empresas	Theta
	Básica (Nível 4)	Alpha, Epsilon, Theta, Gamma	Alpha, Epsilon, Theta, Gamma	Todas as Empresas	Epsilon, Gamma, Theta
Capacidades de Produção	Avançada (Nível 3)	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas
	Intermediária (Nível 2)	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas
	Básica (Nível 1)	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas	Todas as Empresas

Quadro 4

Tipologia e Evidências de Vínculos Interempresariais para as Empresas Estudadas

Vínculos	Vínculos Baseados em Transações de Mercado em Bens e Serviços	Vínculos de Fluxos de Conhecimento	
		Tecnologia Existente (Produção)	Vínculos para Inovação
Uso da capacidade tecnológica já existente na empresa	Vínculo MP (Marketing/Production) Todas as Empresas		Vínculo I (Innovation) Todas as Empresas
Desenvolvimento de capacidade tecnológica (aprendizagem)		Vínculo LP (Learning for Production) Todas as Empresas	Vínculo LI (Learning for Innovation) Todas as Empresas
Desenvolvimento reverso de capacidade tecnológica (aprendizagem)		Vínculo R-LP (Reverse Learning for Production) Todas as Empresas	Vínculo R-LI (Reverse Learning for Innovation) Todas as Empresas

Fonte: Elaborado pelos autores segundo tipologia de Ariffin (2000).

zando a capacidade de produção da outra, seja em bens, seja em serviços. Todas as CMs também apresentaram evidências de vínculos do tipo LP, ou seja, utilizaram os conhecimentos em produção da outra unidade para gerar ou ampliar sua capacidade de produção. Também foi identificado que todas as CMs mantiveram vínculos do tipo LI, que se caracteriza pelo aprendizado em atividades inovadoras com a outra unidade, e vínculos I, em que as empresas realizam atividades inovadoras de forma colaborativa.

Os vínculos reversos de aprendizado também estão presentes nas cinco empresas, evidenciando que acumularam conhecimentos suficientes para ajudar outras empresas no uso de suas capacidades de produção por meio dos vínculos R-LP, e até mesmo ajudar outras empresas a criar capacidades tecnológicas inovadoras pelos vínculos R-LI.

No gráfico 1, apresenta-se a distribuição das ocorrências de fluxos de conhecimento entre as cinco CMs pesquisadas e as suas empresas-mães e outras subsidiárias, por tipo de vínculo, ao longo do período pesquisado (de 1996 a 2007).

Foram identificados, no total, 1.297 vínculos entre as cinco CMs. Desse total, verifica-se que existe predominância dos **vínculos LP** (39%), indicando que as empresas recorreram principalmente às suas empresas-mães (299) e também a outras subsidiárias (201) para aprenderem a produzir. Esse comportamento é encontrado com mais intensidade no início das operações das empresas, como se verá adiante, mas continua com menor grau de intensidade durante a entrada de novos produtos ou processos de produção, em anos posteriores.

Em seguida, foram evidenciados 233 **vínculos MP** (18%), sugerindo que as CMs estudadas possuem relação não apenas com a aquisição de produtos e componentes de outras unidades, mas também com a transferência de equipamentos

para a linha de produção entre as diversas unidades das empresas. A utilização de sistemas corporativos com foco em processos de produção, logística e gestão corporativa também compõe os vínculos tipo MP das empresas estudadas com a empresa-mãe e outras empresas-irmãs.

Em relação aos **vínculos LI** (143), a predominância também foi com empresas-mães (80), entretanto há uma significativa ocorrência de vínculos dessa natureza com outras subsidiárias (63). Já em relação ao fluxo reverso, ou **vínculo R-LP**, foram identificados 146 (11%), havendo no caso maior predominância desse tipo de vínculo com outras subsidiárias (113), sugerindo que as empresas adquiriram capacidade tecnológica suficiente para ensinar outras unidades sobre processos de produção e técnicas de gestão.

Na sequência, tem-se significativa ocorrência de **vínculos I** (200), predominantes com empresas-mães (110), sugerindo que as empresas acumularam capacidades tecnológicas suficientes para participar de atividades inovadoras em condição de colaboração, ou seja, as CMs passaram a usar as capacidades tecnológicas de inovação em conjunto com a empresa-mãe e/ou outras subsidiárias.

Por fim, existem ocorrências de **vínculos** do tipo **R-LI** (75) que, embora tenham sido pouco significativas em termos numéricos, evidenciam que as empresas adquiriram capacidades tecnológicas suficientes para ensinar outras unidades a desenvolver novos processos de produção, novas técnicas de gestão, entre outros.

Examinando esses vínculos sob uma perspectiva dinâmica, ou seja, ao longo do período de existência dessas empresas no Brasil, pode-se observar no gráfico 2 que no ano de 2000 houve intensa ocorrência de fluxos de conhecimento voltados para o aprendizado em atividades de produção (**vín-**

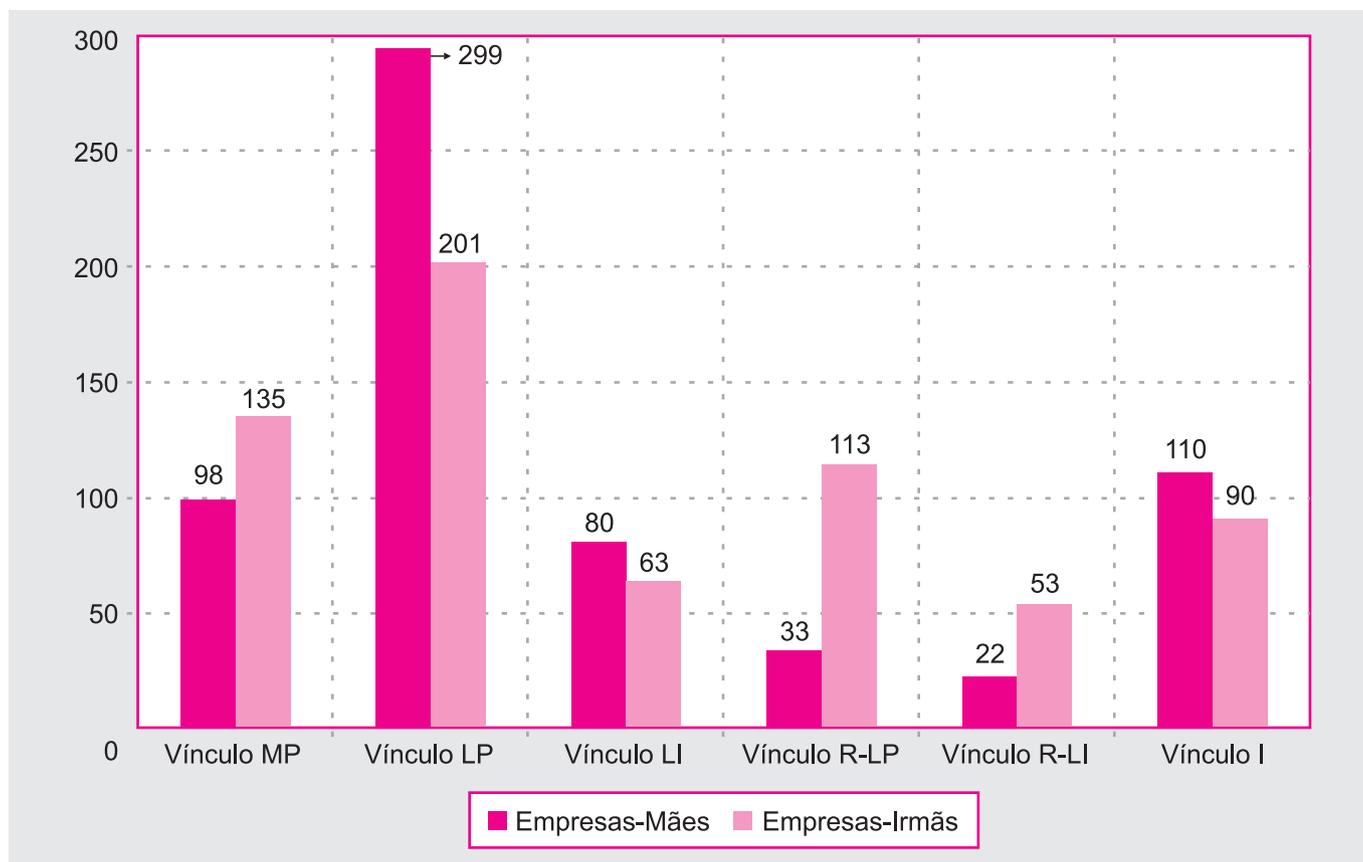


Gráfico 1: Ocorrências de Vínculos Interempresariais entre as CMs Estudadas e as Empresas-Mães e Empresas-Irmãs por Tipo de Vínculo de 1996 a 2007

culos LP). Isso se explica porque, durante esse período, a maioria das CMs iniciou suas atividades de produção localmente. Nota-se ainda que esse tipo de vínculo se manteve quase constante no tempo para o setor, devido à entrada de novos produtos e processos de produção ao longo do tempo, os quais demandaram ajuda da empresa-mãe ou de outras subsidiárias para sua implantação.

Em relação aos **vínculos LI**, eles apresentaram uma trajetória acentuada de crescimento já a partir de 1998. Como evidência, em 1998 a empresa Beta iniciou intenso processo de acumulação de capacidades tecnológicas, culminando com a criação de um dos centros de desenvolvimento global da corporação Beta, o qual foi globalmente consolidado no ano de 2000. As demais empresas engajaram-se nesse tipo de vínculo progressivamente, a partir do mesmo ano.

No gráfico 2, pode-se visualizar ainda que os vínculos reversos de fluxos de conhecimento do tipo R-LP, para o desenvolvimento de capacidades de produção em outras subsidiárias, também apresentaram tendência de crescimento, evidenciando que as CMs subsidiárias brasileiras já tinham acumulado capacidades de produção suficientes para apoiar outras unidades nesse tipo de atividade.

Verificou-se que a trajetória dos vínculos de inovação (**vínculos I**) também seguiu crescendo de modo acentuado, sugerindo que essas subsidiárias vêm desenvolvendo inovações tecnológicas e as disseminando para outras unidades de sua corporação, ou participando de projetos globais em parceria com a empresa-mãe ou outras subsidiárias. Como evidência, tem-se que a empresa-mãe da Epsilon, nos Estados Unidos, e as empresas-irmãs do México, da China e da Hungria aprenderam com a Epsilon do Brasil a produzir inovações em sistemas de radiofrequência (RFID), pois tal sistema já havia sido desenvolvido por ela e tinha como principais características ser autocalibrável e dinâmico, além de possuir baixo custo de montagem e operação. A inovação inerente ao projeto levou a Epsilon Brasil a submeter pedido de patente nos Estados Unidos.

O gráfico 3 mostra outra formatação dos fluxos de conhecimento entre as CMs pesquisadas e suas empresas-mães e empresas-irmãs. Nota-se que há predominância de vínculos entre as CMs e suas empresas-mães até o ano de 2003. Nos últimos anos pesquisados (2004 a 2007), as evidências indicam haver predominância de vínculos entre CMs e outras subsidiárias, principalmente devido à forma colaborativa como a maioria das CMs vem atuando em parceria com outras subsi-

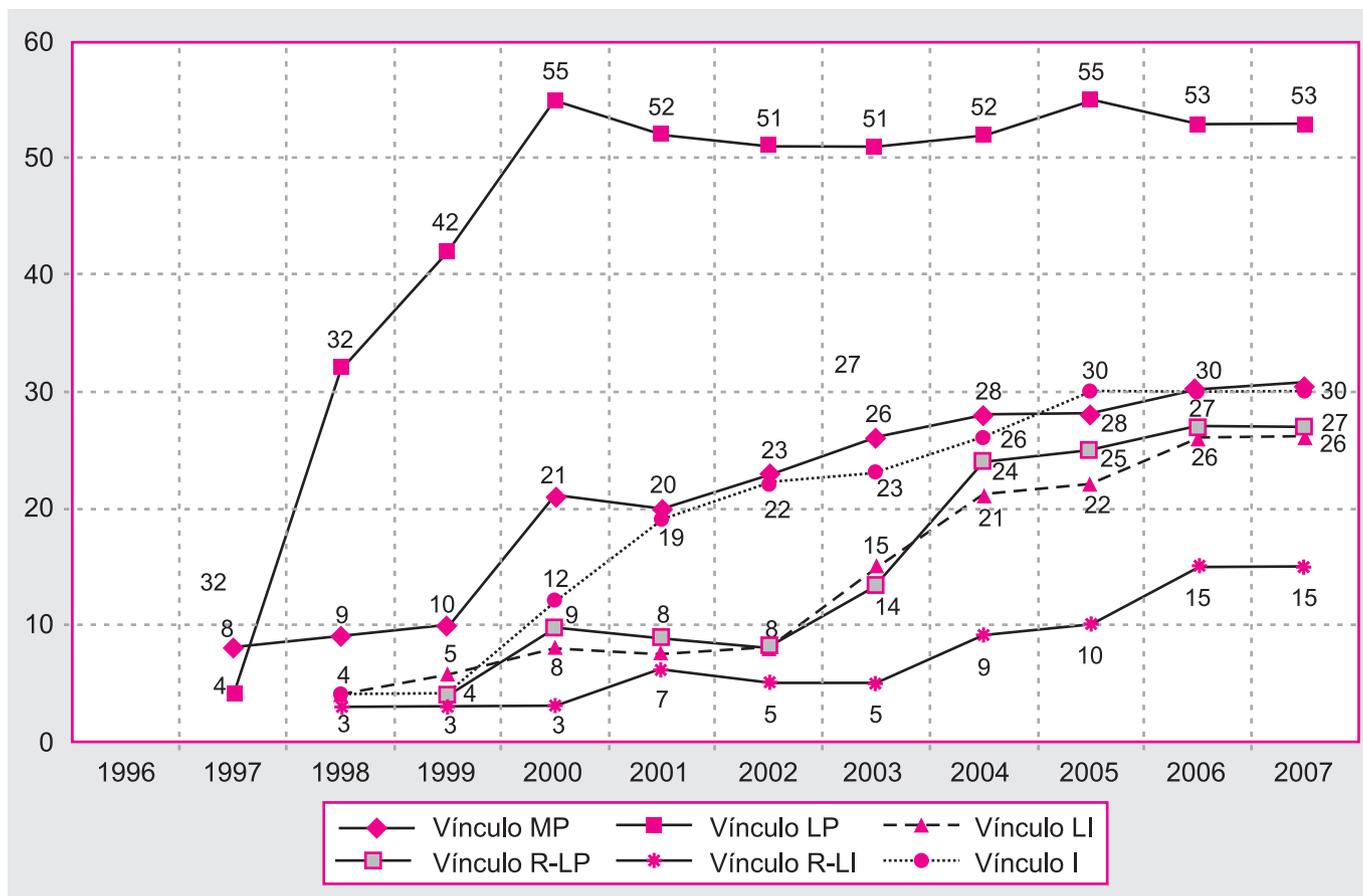


Gráfico 2: Evolução dos Vínculos entre as CMs Pesquisadas e suas Empresas-Mães e Empresas-Irmãs de 1996 a 2007

diárias na realização de atividades voltadas para a inovação, ou ajudando-as nos seus processos produtivos. Um caso típico ocorreu com a empresa Gamma que, em pouco menos de cinco anos no mercado brasileiro, atuou na introdução do processo de fabricação de um determinado produto nas fábricas de empresas-irmãs no México e na Escócia.

No que se refere à evolução desses vínculos, ou fluxos de conhecimento, por empresa, pode-se observar no gráfico 4 que a tendência das cinco CMs é ascendente. Dentre as CMs pesquisadas, a Beta destaca-se pela superioridade em termos de ocorrência de vínculos. Essa intensidade advém da condição de centro de desenvolvimento global mantida pela Beta até 2003. Além disso, e a exemplo da maioria das empresas pesquisadas, a Beta trabalha de forma integrada com as outras empresas da sua corporação, embora não apresente muita autonomia para a criação de novos produtos.

A Gamma também apresentou ocorrência de vínculos com outras unidades desde a sua criação, em 2000. Desde o início das operações, a empresa-mãe da Gamma tem atuado de forma efetiva e diretamente no sentido de acelerar o processo de adequação aos padrões globais da corporação. A partir de 2004, a

Gamma do Brasil passou, então, não somente a adaptar os processos produtivos importados de outras subsidiárias, mas também a exportar os próprios processos para outras unidades da corporação, em uma evidência de fluxo reverso de conhecimento.

Das evidências coletadas durante o trabalho de campo, pode-se observar que os vínculos com outras unidades apresentam características distintas para cada empresa pesquisada. Algumas delas engajaram-se em atividades de desenvolvimento de capacidades inovadoras quase desde o início das operações. Outras levaram alguns anos com vínculos voltados apenas para atividades de rotina ou produção antes de iniciar fluxos de conhecimento para o desenvolvimento ou o uso de capacidades inovadoras. Esse comportamento não significa, necessariamente, que essas empresas não realizaram atividades inovadoras nesse período, mas que não foram incentivadas por suas empresas-mães a engajarem-se em atividades de desenvolvimento de capacidades inovadoras.

A empresa Epsilon, por exemplo, manteve vínculos com a corporação voltados para desenvolver capacidades inovadoras apenas cinco anos após o início das operações no Brasil

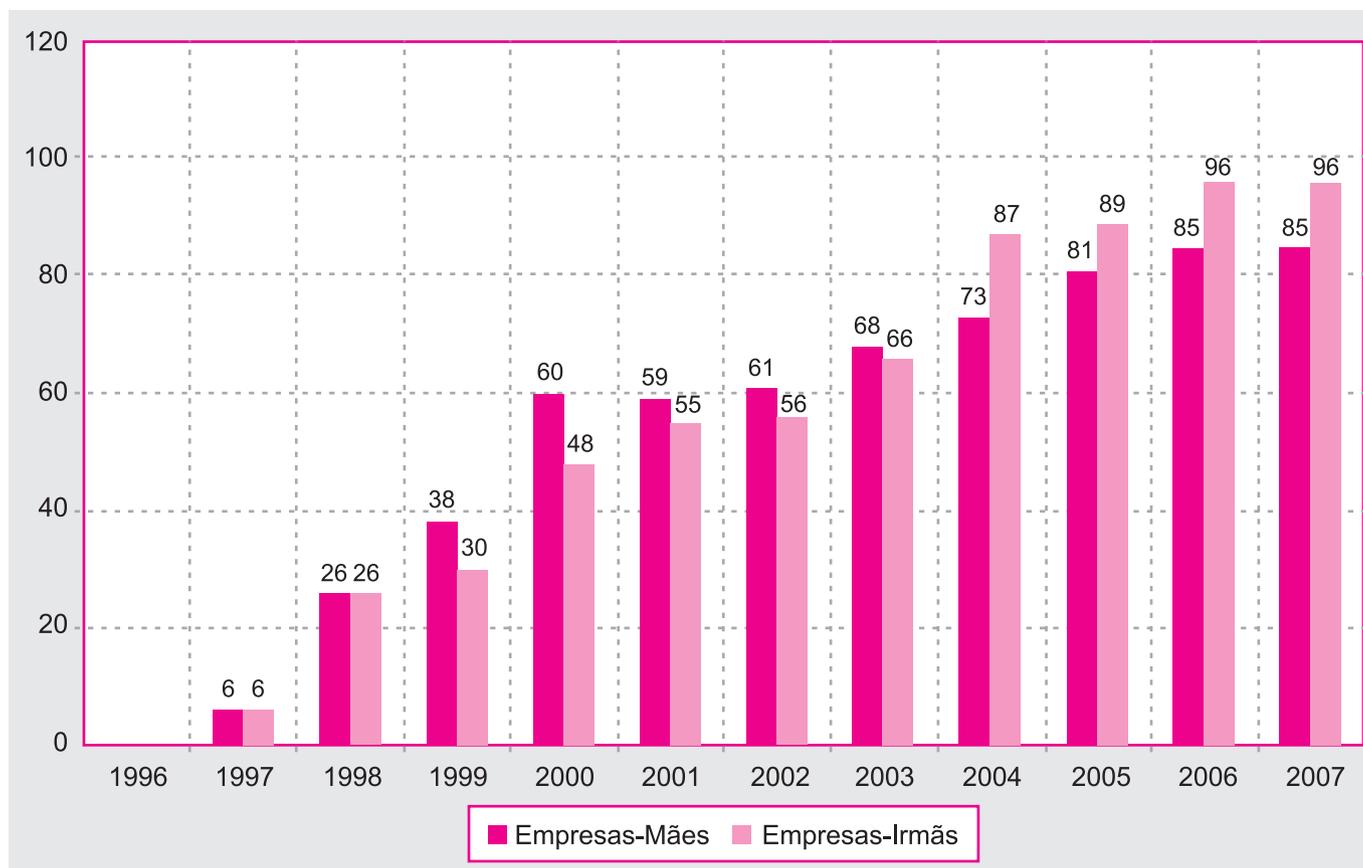


Gráfico 3: Distribuição dos Fluxos de Conhecimento entre as Empresas e as Empresas-Mães e Empresas-Irmãs de 1996 a 2007

(em 2001). Mesmo assim, segundo seus principais executivos, esses vínculos foram “conquistados com muita insistência e devido à necessidade de usar os recursos da Lei de Informática”. Apesar de os fluxos entre a Epsilon Brasil e a empresa-mãe e as empresas-irmãs não serem proporcionalmente intensos quando comparados com os das outras empresas estudadas, essa empresa apresenta um dos melhores níveis agregados de capacidades tecnológicas.

4.2.2. Breve análise dos vínculos entre as CMs e suas respectivas empresas-mães e empresas-irmãs (1996 a 2007)

As evidências apontam para diferenças significativas de intensidade entre os tipos de vínculos mantidos entre as cinco CMs pesquisadas e suas empresas-mães e empresas-irmãs, conforme consta na análise de variância da tabela 1.

Fazendo uso do teste de Duncan, constatou-se que os vínculos do tipo LP possuem média de ocorrência significativamente maior do que os demais tipos de vínculos. Isso corrobora as evidências apresentadas durante a pesquisa que originou este artigo, em que as empresas utilizam o conhecimen-

to de outras unidades (empresa-mãe e empresas-irmãs) para criar capacidades de produção, seja em processos produtivos, técnicas de gestão, seja mesmo em instalação e ampliação de fábricas.

Realizando o mesmo tipo de análise de variância apenas para os vínculos com as empresas-mães e aplicando o teste de Duncan, verificou-se que os vínculos tipo LP com a empresa-mãe são significativamente superiores aos demais. Em outras palavras, a empresa-mãe é uma fonte de conhecimento de capacidades tecnológicas para a produção, as quais são absorvidas pelas empresas do setor. Na sequência há os vínculos LI, que são superiores aos vínculos MP, I, R-LP e R-LI. Os vínculos LI, de aprendizado para inovação, também são mantidos com a empresa-mãe para a absorção de conhecimento para a criação de capacidades tecnológicas inovadoras.

Aplicando o teste de Duncan no mesmo tipo de análise de variância apenas para os vínculos entre as CMs pesquisadas e as outras subsidiárias, evidenciou-se que os vínculos tipo LP com essas empresas são significativamente superiores aos demais. Em seguida, os vínculos MP e R-LP também são significativamente superiores em relação aos demais. Em outras palavras, as outras subsidiárias, assim como as empresas-mães,

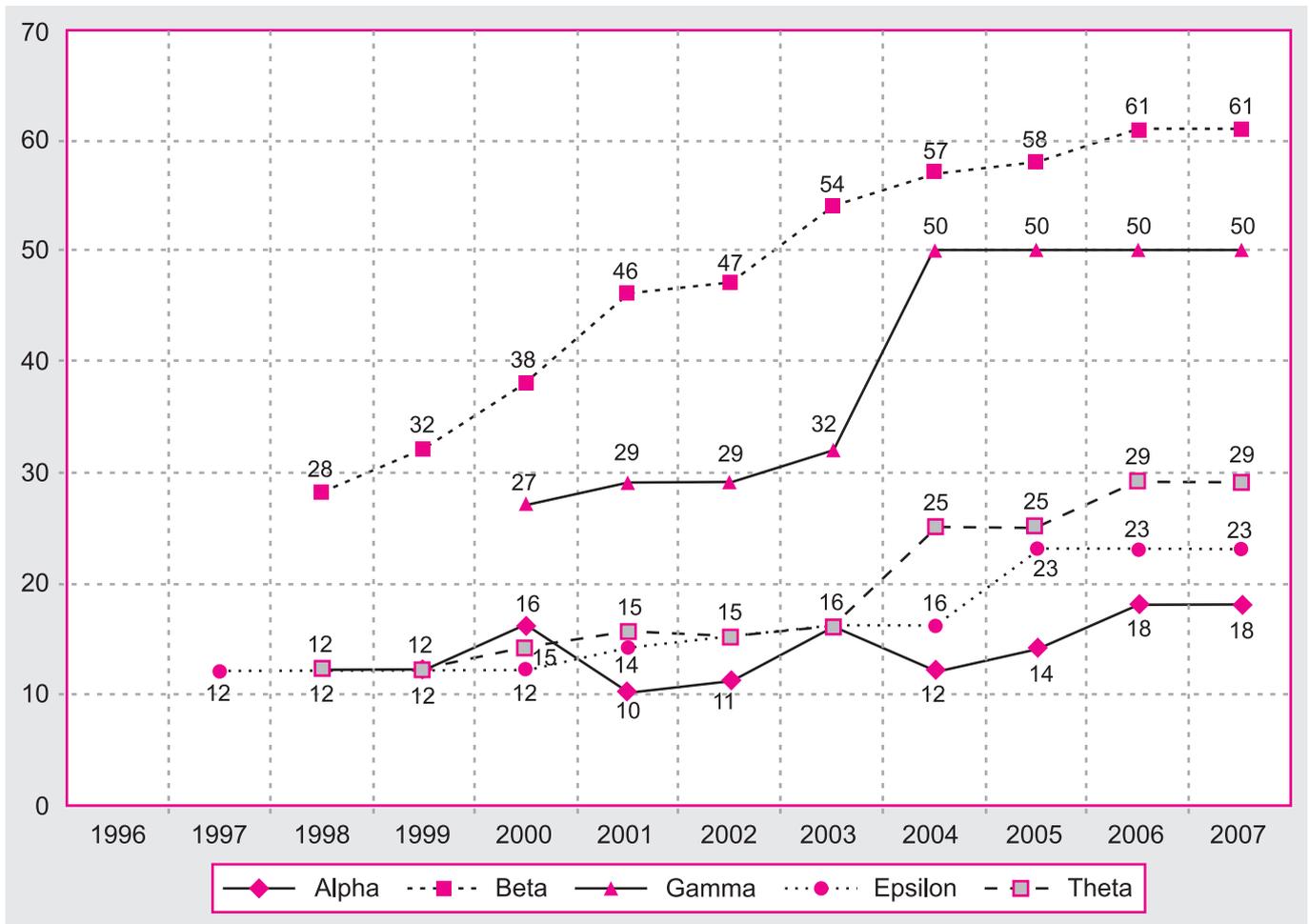


Gráfico 4: Evolução da Ocorrência de Vínculos por Empresa de 1996 a 2007

Tabela 1

Relação entre o Número de Vínculos das CMs com suas Empresas-Mães e Empresas-Irmãs, por Tipo de Vínculo de 1996 a 2007

	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F	Sig.
Entre grupos	8.686,000	5	1.737,200	48,772	0,000
Dentro dos grupos	1.282,286	36	35,619		
Total	9.968,286	41			

também são fonte de conhecimento de técnicas e processos de produção para as CMs pesquisadas, localizadas no Brasil.

Apresenta-se na tabela 2 o resultado dos testes de correlações entre os tipos de vínculos e os níveis de capacidade tecnológica das CMs pesquisadas ao longo do tempo (1996 a 2007). Pode-se perceber que os testes mostram correlações entre todos os tipos de vínculos e os níveis de capacidade

tecnológica para as cinco CMs analisadas, sugerindo desse modo que os processos de aprendizagem interempresas são importantes para o processo de acumulação de capacidades tecnológicas nas empresas. A exceção fica para a empresa Alpha e seus vínculos com a empresa-mãe, que não apresentaram correlação com sua trajetória de acumulação de capacidade tecnológica.

Tabela 2

Correlação entre os Tipos de Vínculos com a Empresa-Mãe e as Empresas-Irmãs e o Desenvolvimento de Capacidade Tecnológica das CMs Pesquisadas de 1996 a 2007

	Por Tipo de Vínculo						Por Empresa				
	MP	LP	R-LP	LI	R-LI	I	Alpha	Beta	Gamma	Epsilon	Theta
Empresa-mãe	0,899**	0,677*	0,972**	0,997**	0,957**	0,954**	Sem ocorrência	0,940**	0,934**	0,956**	0,940**
Outras subsidiárias (empresas-irmãs)	0,972**	0,884*	0,945**	0,994**	0,945**	0,991**	0,705*	0,941**	0,935**	0,940**	0,920**

Notas: * Correlação é significativa a 5%.

** Correlação é significativa a 1%.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nesta seção, apresenta-se uma síntese dos resultados, assim como as principais conclusões da pesquisa e algumas recomendações de ordem de gestão corporativa e de estratégia governamental orientadas para o fortalecimento da competitividade internacional do setor de TICs no Brasil.

5.1. Panorama geral das conclusões

A pesquisa relatada revelou que, nos últimos 11 anos, as empresas pesquisadas desenvolveram variedade de capacidades inovadoras para funções tecnológicas diversas. Essas capacidades inovadoras têm sido acumuladas com base em diversas estratégias deliberadas de aprendizagem tecnológica. Considerando a importância estratégica das atividades desse setor na indústria brasileira, é possível afirmar que seus esforços em inovação tecnológica contribuem para o crescimento, o fortalecimento, a inovação e a competitividade internacional do tecido industrial do Brasil.

Essa estratégia do estudo subjacente ao artigo vai além das práticas comuns baseadas em dados agregados ou da base de indicadores convencionais de inovação, como gastos em P&D, número de patentes ou estatísticas de qualificação de recursos humanos. Tais abordagens convencionais escondem importantes nuances do **processo** de acumulação tecnológica e são inapropriadas para a compreensão do **processo** de desenvolvimento tecnológico das empresas no contexto de economias emergentes.

Especificamente em relação ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas nas empresas aqui examinadas:

- As evidências da pesquisa sugerem que as CMs pesquisadas engajaram-se ativamente nos últimos dez anos em um **processo de acumulação de capacidades tecnológicas**. Em outras palavras, ainda que percepções generalizadas atribuíam a esse tipo de empresa apenas a realização de meras atividades de manufatura e que elas sejam incapazes de pro-

duzir inovações tecnológicas, as evidências obtidas apontam, de maneira convincente, para um sentido oposto. Assim, as evidências indicam que essas empresas **efetivamente inovam e aprimoram suas capacidades** nas diversas funções tecnológicas, muito embora o nível acumulado em 2007 ainda fosse relativamente distante da fronteira tecnológica em nível global (o máximo alcançado nas funções pelas empresas foi o nível de capacidade inovadora intermediária – ver quadro3).

- Para as empresas desenvolverem as capacidades inovadoras evidenciadas neste estudo, foram usadas fontes variadas de criação e de acumulação dessas capacidades inovadoras. Tais fontes foram aqui examinadas pela perspectiva dos processos interempresariais de aprendizagem (ou vínculos de conhecimento com empresas-mães e empresas-irmãs). Esses esforços refletiram-se positivamente no desempenho inovador de cada unidade estudada.
- Mais especificamente, em relação aos **processos interempresariais de aprendizagem** para criação e acumulação de capacidades tecnológicas nas empresas examinadas, conclui-se que, **a cada ano em que ocorrem vínculos dos tipos LI e I, o nível agregado de capacidade tecnológica aumenta em 0,114 unidade**. A maioria das ligações das empresas com suas empresas-mães e empresas-irmãs teve como resultado o aprendizado de atividades de produção ou rotina, seja no início das atividades no Brasil, seja para cada novo produto incluído no portfólio da unidade brasileira.
- Vale mencionar, no entanto, que tais processos de aprendizagem se referem a ligações majoritariamente dentro do grupo ou corporação a que a subsidiária pertence. Em outras palavras, uma das limitações deste artigo é que foram examinados apenas esses **vínculos internos** de conhecimento. Estudos posteriores poderiam examinar o papel dos **vínculos externos de conhecimento**, ou seja, com universidades, institutos de pesquisa e empresas de consultoria, locais e internacionais, no processo de criação e acumulação de capacidades tecnológicas nesse tipo de empresa.

5.2. Principais recomendações para estratégias corporativas e governamentais

Os principais desafios para as empresas pesquisadas do setor de TICs no Brasil, daqui em diante e a partir de um horizonte de médio e longo prazos, são os de:

- sustentar, aprofundar e renovar as capacidades tecnológicas inovadoras (capacidades de inovação básica e intermediárias) nas CMs examinadas;
- para algumas empresas, ampliar e acelerar o desenvolvimento de capacidades inovadoras (além da capacidade inovadora intermediária) em algumas das funções tecnológicas;
- no entanto, para materializar os dois itens anteriores é preciso alterar as estratégias de aprendizagem (fontes para a construção de capacidades para inovação). Não se pode avançar para níveis mais inovadores de capacidade tecnológica, nem mesmo sustentar a capacidade inovadora existente, com base nas mesmas estratégias de aprendizagem tecnológica usadas até hoje;
- tais estratégias de aprendizagem tecnológica precisam ser descontinuadas (estratégias de inovação descontínuas), para que possam conduzir a mais acúmulo, fortalecimento e renovação das capacidades inovadoras acumuladas até agora. A insistência em replicar estratégias de aprendizagem que funcionaram no passado – ou que funcionam no presente – para alcançar capacidades inovadoras futuras pode levar a um enrijecimento do processo de inovação e, conseqüentemente, a uma deterioração do aprimoramento do desempenho inovador.

Isso significa que **a sustentação e o aprimoramento do desempenho competitivo** dessas empresas no Brasil, mais preci-

samente de seu desempenho inovador, nos anos e década seguintes, em especial sob uma perspectiva de 2020, estarão fortemente condicionados por **natureza, direção e velocidade** de suas **trajetórias tecnológicas** a partir de agora. Ainda que as trajetórias tecnológicas sofram influências diversas, elas dependem e são moldadas pelas **opções estratégicas** de empresas e pelas **fontes de capacidades tecnológicas** empregadas, principalmente pela **capacidade de orquestração** e de execução de tais opções estratégicas em conjunto com uma política pública adequada de fomento às suas atividades de inovação tecnológica.

Estímulos à inovação tecnológica transcendem a mera manutenção da Lei de Informática. Clarificação e simplificação da moldura institucional (**regras do jogo**) são necessárias para possibilitar e acelerar a decisão de empresas (por exemplo, a revisão do Plano Nacional de Microeletrônica e a articulação entre a Lei de Informática e a Lei de Inovação – Lei nº 10.973/2004).

Finalmente, no intuito de ter-se uma visão ainda mais ampliada do processo de inovação de indústrias do setor de TICs no Brasil, seria importante identificar os reais tipos e níveis de capacidades tecnológicas existentes, assim como das estratégias de aprendizagem subjacentes, em uma quantidade maior de empresas. Assim, haveria uma ideia mais clara e detalhada do grau de inovação e de desempenho inovador dessas organizações no Brasil. Isso possibilitaria promover a gestão corporativa do processo de aprendizagem dentro das empresas pertencentes ao mesmo grupo. Em outras palavras, empresas que têm diversas unidades devem convergir esforços para acelerar seu desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, garantir níveis competitivos de desempenho inovador sob um contexto de economia aberta e de competição globalizada. ◆

REFERÊNCIAS

- ARIFFIN, N. *The internationalization of innovative capabilities: the Malaysian electronics industry*. 2000. Ph.D. Thesis – SPRU/University of Sussex, Brighton, United Kingdom.
- BAPTISTA, M. The consumer electronics industry in Brazil: current situation and outlook. In: PIRAGIBE, C. (Org.). *Electronics industry in Brazil: current status, perspectives and policy options*. Brazil: Center of Studies in Scientific and Technological Policy (CPCT), 1988. p.296-336.
- BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.2, n.2, p.157-211, Mar-Apr. 1993.
- _____. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I.U. *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank, 1995. p.69-101.
- BELL, M.; SCOTT-KEMMIS, D.; SATYARAKWIT, W. Limited learning in infant industry: a case study. In: STEWART, F.; JAMES, F. (Ed.). *The economics of new technology in developing countries*. London: Frances Pinter, 1982. p.138-156.
- CASTELLS, M. *The information age: economy, society and culture*. Oxford: Blackwell, 1996. v.1-3.
- CHESBROUGH, H. Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. (Ed.). *Open innovation: researching a new paradigm*. New York: Oxford University Press, 2006. p.1-14.
- COOPER, C.; KAPLINSKY, R. *Technology and development in the third industrial revolution*. London: Frank Cass, 1989.
- DAHLMAN, C.; FONSECA, F.V. *From technological dependence to technological development: the case of the Usiminas steel plant in Brazil*. Working Paper, n.21, IBD/ECLA Research Programme, 1978.
- DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, London, v.26, n.3, p.1120-1171, Sept. 1988.

- DUTRÉNIT, G. *Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2000.
- ETHIRAJ, S.K.; KALE, P.; KRISHNAN, M.S.; SINGH, J.V. Where do capabilities come from and how do they matter? A study in the software services industry. *Strategic Management Journal*, Malden, MA, v.26, n.1, p.25-45, Jan. 2005.
- FIGUEIREDO, P.N. *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham, UK / Northampton, USA: Edward Elgar, 2001.
- _____. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, Oxford, v.12, n.3, p.607-643, July-Aug. 2003.
- _____. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.323-362, jul./dez. 2004.
- _____. *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiência de empresas no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- FLEURY, A.C.C.; FLEURY, M.T.L. The formation of organizational competences in the international telecommunications production network. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, São Paulo, v.2, n.2, p.39-56, Dec. 2005.
- FLEURY, M.T.L.; FLEURY, A.C.C. Developing competencies in different organizational arrangements. *Latin American Business Review*, v.3, n.3, p.75-91, July-Sept. 2002.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior. In: DOSI, G. et al. *Technical change and economic theory*. London: Pinter, 1988.
- GAIO, F.J. Software strategies for developing countries: lessons from the international and Brazilian experience. In: SCHMITZ, H.; CASSIOLATO, J. *High-tech for industrial development – lessons from the Brazilian experience in electronics and automation*. United Kingdom: Routledge, 1992.
- HOBDAY, M. *Innovation in East Asia: the challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar, 1995.
- _____. Innovation in South-East Asia: lessons for Europe? *Research Policy*, Brighton, v.36, n.9, p.71-81, Sept. 1996.
- KATZ, J. *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. London: Macmillan, 1987.
- KIM, L. The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. *California Management Review*, Berkeley, v.39, n.3, p.142-155, Spring 1997.
- _____. Crisis construction and organizational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor. *Organization Science*, New York, v.9, n.4, p.506-521, July-Aug. 1998.
- LALL, S. *Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India*. London: Macmillan, 1987.
- _____. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, New York, v.20, n.2, p.165-186, Feb. 1992.
- _____. Technological capabilities. In: SAGASTI, F.R.; SALOMON, J.J.; SACHS-JEANTET, C. (Ed.). *The uncertain quest: science technology and development*. Tokyo: UN University Press, 1994.
- MODY, A.; DAHLMAN, C. Performance and potential of information technology: an international perspective. *World Development*, New York, v.20, n.12, Special Issue, p.1703-1719, Dec. 1992.
- PAVITT, K. Key characteristics of the large innovating firm. *British Journal of Management*, London, v.2, n.1, p.41-50, Mar. 1991.
- _____. *Systems integrators as "post-industrial" firms?* Science and Technology Policy Research. Brighton, UK: SPRU – Science and Technology Policy Research, 2002.
- PAVITT, K.; STEINMUELLER, W.E. Technology in corporate strategy: change, continuity and the information revolution. In: PETTIGREW, A.; THOMAS H.; WHITTINGTON, R. (Ed.). *Handbook of strategy and management*. London, Newbury Park: Sage, 2002. p.344-372.
- PRAHALAD, C.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, Boston, v.68, n.3, p.79-91, May-June 1990.
- TACLA, C.L. *Acumulação de competências tecnológicas e os processos subjacentes de aprendizagem na indústria de bens de capital: o caso da Kvaerner Pulping do Brasil*. 2002. Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- TACLA, C.L.; FIGUEIREDO, P.N. The dynamics of technological learning inside the latecomer firm: evidence from

REFERÊNCIAS

- the capital goods industry in Brazil. *International Journal of Technology Management*, London, v.36, n.1-3, p.62-90, Jan.-Mar. 2006.
- TEECE, D.J. Explicating dynamic capabilities: the nature and micro-foundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, Malden, MA, v.28, n.13, p.1319-1350, Dec. 2007.
- TEECE, D.J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, Malden, MA, v.18, n.7, p.509-533, Aug. 1997.
- TIGRE, P.B. Business strategies in the Brazilian electronics industry. In: PIRAGIBE, C. *Electronics industry in Brazil: current status, perspectives and policy options*. Brazil: Center of Studies in Scientific and Technological Policy, Ministry of Science and Technology, Nov. 1988.
- _____. *Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós-reserva de mercado no Brasil*. Rio de Janeiro: IEI-UFRJ, 1993.
- WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, Malden, MA, v.5, n.2, p.171-180, Apr.-June 1984.

ABSTRACT

Technological learning and the accumulation of innovation capabilities: evidence from contract manufacturers in Brazil

Despite the profusion of studies on learning as a means of building technological competence in firms, most have examined this relationship from an intra-firm perspective. This article examines the role of cross-firm knowledge flows to build production capacity and innovation in the subsidiaries of multinationals in the sector of information technology and communication (ITC) in Brazil, from 1996 to 2007. Based on first-hand evidence obtained in fieldwork, the study found that, for the last ten years, the companies surveyed have actively engaged in accumulating technological capabilities. However, the study also identified a high degree of variability across companies in terms of the depth of their technological capability accumulation. A substantial part of this variability can be explained by the role of cross-organizational learning processes. This article, therefore, helps to further our understanding of the process of technological accumulation in subsidiaries of multinationals in emerging economies. The study also contradicts common generalizations, according to which this kind of company plays a passive role in emerging economies when it comes to technological activities.

Keywords: technological capabilities, information and communication technology (ICT), technological learning, contract manufacturers, Brazil.

RESUMEN

Aprendizaje tecnológico y acumulación de capacidades de innovación: evidencias de contract manufacturers en Brasil

A pesar de la profusión de estudios sobre aprendizaje como fuente de construcción de competencias tecnológicas en empresas, en general se ha observado dicha relación desde el punto de vista intraempresarial. En este artículo se examina el papel de los flujos interempresariales de conocimiento en la construcción de capacidades de producción y de innovación en filiales de empresas multinacionales del sector de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en Brasil, en el período 1996-2007. Con base en evidencias de primera mano, recogidas por medio de trabajo de campo, se comprobó en el estudio que las empresas investigadas se involucraron los últimos diez años en un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Sin embargo, se encontró un alto grado de variabilidad entre las empresas en términos de la profundización de acumulación de capacidades tecnológicas, para actividades de producción y de innovación. Gran parte de esa variabilidad es explicada por la naturaleza e intensidad de los procesos interempresariales de aprendizaje desarrollados por las empresas. Este artículo, por tanto, contribuye al entendimiento del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en filiales de empresas multinacionales, en economías emergentes. El artículo también contradice generalizaciones comunes que atribuyen a ese tipo de empresa un papel pasivo, en términos de actividades tecnológicas, en el contexto de economías emergentes.

Palabras clave: capacidad tecnológica, tecnologías de la información y la comunicación (TIC), aprendizaje tecnológico, *contract manufacturers*, Brasil.