

VELOCIDADE DA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EM ECONOMIAS EMERGENTES: EVIDÊNCIAS DE EMPRESAS DO BRASIL

Samuel Façanha Câmara

Doutorado em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco

Professor titular da Universidade Estadual do Ceará

sfcamara@ig.com.br (Brasil)

Rafael Kuramoto Gonzalez

Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Paraná

rafael_k_gonzalez@yahoo.com.br (Brasil)

Janaina Piana

Mestrado em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina

janainapiana@gmail.com (Brasil)

RESUMO

O objetivo do artigo é analisar a velocidade de acumulação de capacidades tecnológicas dos setores/empresas brasileiras. Os resultados obtidos por meio da metanálise demonstraram que o grupo composto pela Motorola, Bens de Capital e Aço apresentou a taxa de crescimento das capacidades tecnológicas constantes em relação ao tempo. Já, os setores/empresas de Software, Eletrônicos (EE), Motos e Bicicletas (MCB) e Fornecedores de EE e MCB apresentaram um crescimento acelerado. Por fim, o grupo composto pelas empresas dos setores florestal, papel e celulose teve um crescimento acelerado, porém, estas empresas já atingiram nível de liderança mundial. Sugere-se que além da aprendizagem tecnológica, aspectos macroambientais, políticas setoriais, instituições de apoio e especificidades da firma são variáveis determinantes na velocidade de acúmulo de capacidade tecnológica. Contudo, foi verificado que a literatura carece de estudos empíricos que demonstrem esse tipo de relação, bem como modelos com métricas homogêneas que permitam a comparabilidade dos resultados.

Palavras-chave: Capacidade tecnológica; Metanálise; Velocidade de acumulação tecnológica; Firms latecomer; Dinâmica tecnológica.

1 INTRODUÇÃO

Os benefícios das mudanças nas capacidades tecnológicas inovadoras para o desenvolvimento econômico de indústrias são observados, desde a Revolução Industrial (Figueiredo, 2005). Contudo, somente a partir da década de 70, Katz (1976) e Scott-Kemmis (1988) iniciaram os estudos sobre o desenvolvimento de capacidades tecnológicas no contexto latino americano. Da mesma forma, observa-se a existência de outras pesquisas similares em países de economia emergente (Dutrénit, 2000; Katz, 2004; Kim, 1998; Lall, 1987; Mlawa, 1983).

No Brasil, a partir da década de 80, com o fim da política de substituição de importações, a intensificação da globalização e da liberalização comercial, a capacidade tecnológica inovadora ganhou destaque como fator fundamental para o crescimento econômico e para a competitividade internacional do país (Figueiredo, 2005). Assim, nos últimos 20 anos, tem havido uma profusão de estudos baseados em diagnósticos, descrições, análises e propostas relativos ao desenvolvimento das capacidades tecnológicas e inovativas das empresas e setores, bem como o impacto destas na inserção da economia brasileira no mercado internacional.

A variável tempo ou a velocidade do processo de desenvolvimento das capacidades tecnológicas é um elemento que merece um destaque nos estudos sobre inovação, sobretudo naqueles direcionados aos países e regiões em desenvolvimento, nos quais as dinâmicas destas trajetórias de acumulação são relevantes em direção à fronteira tecnológica internacional (Bell, 2006, Figueiredo, 2007; Lee, 2005).

Evidências sobre a velocidade de acumulação de capacidade tecnológica são cruciais para decisões estratégicas de alocação de recursos. Em outras palavras, a identificação de setores ou empresas mais lentas em seu processo de acumulação de capacidades tecnológicas é fundamental para o desenho de incentivos que possam auxiliar na aceleração deste processo (Ariffin 2010; Bell, 2006; Figueiredo, 2001, 2008).

Os estudos sobre velocidade de acumulação de capacidade tecnológica iniciam-se na década de 70 (Bell, Scott-Kemmis, & Satyarakwit, 1982; Dahlman & Fonseca, 1978; Maxwell, 1981). Contudo, segundo Bell (2006), estes estudos pioneiros não foram suficientes para esclarecer questões relacionadas à velocidade de acumulação de capacidade tecnológica em empresas de economias emergentes. Bell (2006) aponta para o surgimento de alguns estudos na literatura, a partir de meados de 1990, que procuraram resolver essas questões de forma explícita (Andrade & Figueiredo, 2008; Figueiredo, 2003, 2007, 2008, 2010; Miranda & Figueiredo, 2010; Tacla & Figueiredo, 2006).

Entretanto, estudos comparativos e/ou agregados destas análises quase não têm sido evidenciados. Figueiredo (2007) desenvolve uma abordagem de comparação, todavia, seu foco é voltado para as principais limitações e contribuições de cada estudo de sua análise. As análises comparativas ou agregadas são importantes para melhorar os *insights* de forma a contribuir para avanços no campo de investigação.

Neste sentido, é importante verificar de que modo ocorre a dinâmica ou velocidade de acumulação das capacidades tecnológicas sob um panorama geral de casos, o que nos traz a questão de pesquisa deste trabalho: Como se dá a evolução temporal da acumulação das capacidades tecnológicas no Brasil em diferentes setores e/ou empresas? Desse modo, o objetivo do presente artigo é analisar a evolução das capacidades tecnológicas das empresas brasileiras, a partir de um conjunto recente de estudos sobre trajetórias que foram mensuradas temporalmente.

Após esta seção introdutória, na Seção 2, é apresentada uma revisão de estudos sobre acumulação de capacidades tecnológicas no contexto de economias emergentes. Na Seção 3 descreve-se o procedimento metodológico utilizado neste trabalho. Na Seção 4 é desenhado um panorama comparativo e classificativo das trajetórias das empresas brasileiras estudadas nos artigos analisados. Finalmente, na Seção 5 são apresentados os comentários finais e recomendações.

2 CAPACIDADES E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

A literatura internacional sobre inovação e estratégia já avançou de forma considerável em oferecer explicações, de um lado, para o papel do aprendizado e para o incremento das capacidades inovativas de empresas no contexto de economias avançadas (Iansiti & Clark, 1994; Leonard-Barton, 1995; Nonaka & Takeuchi, 1995; Zollo & Winter, 2002; entre outros) e, de outro lado, para o processo de como empresas que operam na fronteira tecnológica internacional aumentam suas capacidades inovativas (Prahalad & Hamel, 1990; Teece, Pisano, & Shuen, 1997; entre outros). Autores como Ariffin e Bell (1999), Bell e Figueiredo (2012), Dutrénit (2000) e Marcelle (2005) entendem que esta literatura, que tem como foco de análise as organizações industriais que operam próximo ou na própria fronteira tecnológica internacional, mostra-se inadequada para o estudo de empresas *latecomer*. Na perspectiva da “capacidade”, esta abordagem não é suficiente para explicar o processo de como empresas *latecomer* construíram, *a priori*, suas capacidades tecnológicas para, posteriormente, engajar esforços em atividades inovativas (Bell & Figueiredo, 2012; Bell & Pavitt, 1993, 1995; Kim, 1997a, 1997b).

Uma vez que a abordagem da literatura internacional apresenta limitações para o entendimento do comportamento da empresa *latecomer*, uma série de autores iniciaram trabalhos para investigar a inovação em empresas de economias emergentes. Há inúmeras contribuições conceituais para o entendimento da capacidade tecnológica na empresa *latecomer* (Bell & Pavitt, 1993, 1995; Dahlman & Westphal, 1982; Katz, 1976; Kim, 1993; Lall, 1992; entre outros).

Neste trabalho, capacidade tecnológica é entendida, de acordo com Bell e Figueiredo (2012), Bell e Pavitt (1993, 1995) e Lall (1992), como o recurso necessário para gerar e gerenciar a mudança técnica, incluindo habilidades, conhecimentos, experiências e estrutura institucional. A capacidade tecnológica é dividida em duas formas: capacidade de produção e de inovação. A primeira está relacionada com o aumento de produtividade e de utilização de técnicas mais avançadas de produção. A segunda está relacionada com a geração de novos produtos, processos, tecnologias, conhecimentos, etc.

Logo, as empresas *latecomer* iniciam sua trajetória de acumulação de capacidade tecnológica em níveis de produção (baixo nível de capacidade tecnológica) e evoluem para níveis mais avançados (inovadores) (Kim, 1997a, 1997b). Contudo, essa evolução exige, principalmente, esforços em aprendizagem tecnológica, no sentido de que a empresa possa alcançar as líderes do mercado. Todavia, como esta fronteira tecnológica está sempre em movimento, normalmente, exige-se que haja aceleração na velocidade de acumulação de capacidade tecnológica, o que torna essas empresas mais rápidas que aquelas que já operam na fronteira tecnológica internacional. Portanto, não basta entender apenas se e como o desenvolvimento de capacidade tecnológica ocorre em empresas de economias emergentes, mas, principalmente, como acelerá-lo (Figueiredo, 2005). Para isso, é necessário, primeiramente, identificar com que velocidade as empresas estão acumulando capacidade tecnológica.

De acordo com Bell (2006), há ausência de pesquisas que trabalharam o conceito de escala de tempo com a devida atenção. Essa mesma observação é reforçada por Bell e Figueiredo (2012), que apontam a tímida evolução de explicações da dimensão temporal do processo de acumulação de capacidades tecnológicas de empresas em economias emergentes.

Neste contexto, dimensão temporal, certa literatura tem sido criada, esta se encontra numa trilha que se alinha com o chamado tempo de inovação. Neste caso, a preocupação dos autores, normalmente, concentra-se no tempo em que decorre a partir da invenção, criação, até a ida da mudança para o mercado. Diante do que já foi discutido neste artigo, é evidente que esta abordagem enquadra-se, mais adequadamente, à realidade das grandes empresas localizadas em países desenvolvidos, ou seja, as especificidades das empresas *latecomer* não são levadas em conta.

Esta literatura veio na esteira da preocupação geral tanto sobre “tempo” nas organizações, quanto sobre ciclo de vida dos produtos (Bluedorn & Denhardt, 1988; Duncan, 1972; Page, 1993; Smith & Reinertsen, 1992; Vesey, 1991). Em seguida, estes temas são tratados em trabalhos que relacionam o tempo com a inovação. Kessler e Chakabarti (1996) descrevem os antecedentes e as bases desta outra abordagem.

Contudo, a perspectiva utilizada neste trabalho refere-se à necessidade da agenda de pesquisa descrita por Bell (2006), que é encontrada em trabalhos como: Andrade e Figueiredo (2008); Ariffin (2000); Figueiredo (2003, 2008, 2010); Lee e Lim (2001); Marcelle (2005); Miranda e Figueiredo (2010); Tacla e Figueiredo (2006) que estudaram vários setores e empresas em economias emergentes com resultados que indicaram como as capacidades tecnológicas avançaram no tempo em direção à fronteira tecnológica de seus setores.

Além dos trabalhos já citados que consideraram o tempo de acumulação de capacidades tecnológicas em países em economias emergentes, outros foram publicados nesta mesma abordagem, tais como: i) o trabalho de Yoruk (2011), que adotou um tratamento central para o tempo ao estudar as relações dinâmicas entre capacidades tecnológicas e o conhecimento em redes de sistemas de inovações numa perspectiva quantitativa, que relacionou estas variáveis em modelos que foram estimados para diferentes fases das indústrias estudadas, com isso, pôde-se verificar como as relações alteram-se em cada período; ii) o artigo de Schmitz (2007), o qual mostra que as cadeias de suprimento globais ajudam a explicar a rapidez com que as capacidades tecnológicas de produção dispersaram-se e a velocidade com que as mesmas foram adquiridas pelas empresas nas economias emergentes; iii) o artigo de Ariffin (2010), que classifica e cria uma tipologia para as diferentes fases de mensuração do tempo na evolução das empresas da indústria de eletrônicos na Malásia; iv) o artigo de Figueiredo (2007), possui abordagem similar a deste artigo, pois faz um comparativo entre resultados que se relacionam com a variável tempo na evolução das capacidades tecnológicas no Brasil. Diferentemente deste último, o presente artigo avança nos casos comparados e utiliza um tratamento estatístico, que permitiu outra forma de comparação e o desenvolvimento de uma proposta de análise da evolução da capacidades estudadas.

3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Este artigo fez um estudo do tipo metanálise. Segundo Patton (1980), a metanálise tem como objetivo verificar um conjunto de estudos já evidenciados na literatura, tendo como proposta o desenho

de conclusões gerais. Deste modo, nesta situação, a metanálise melhora o poder analítico do modelo, pois eleva a possibilidade de tornar evidentes diferenças e semelhanças entre os diferentes tratamentos e casos estudados antes, somente, de forma individual.

Para a aplicação deste método de análise, é preciso utilizar trabalhos que tenham resultados que possam ser, de fato, comparados, reunidos e agrupados. Assim, neste caso, optou-se por realizar o estudo de alguns trabalhos relevantes realizados, no Brasil, sobre acumulação de capacidades tecnológicas, que utilizaram como base de levantamento de dados um mesmo *framework*. Este *framework* utiliza seis ou sete níveis para a classificação de capacidade tecnológica.

Desta forma, foram selecionados seis trabalhos que analisaram as dinâmicas de diferentes casos, no Brasil, em diferentes setores e/ou empresas. O Quadro 1, a seguir, apresenta os trabalhos selecionados. É importante salientar que as análises foram feitas de forma isolada para cada caso estudado, o que requer uma abordagem mais panorâmica sobre os resultados obtidos.

Vale ressaltar que a literatura sobre acumulação de capacidades tecnológicas apresenta uma variedade de *frameworks*, os quais diferem na quantidade de níveis e nas diferentes funções tecnológicas, porém se assemelham em sua estrutura e seu objetivo. Lall (1992) criou um modelo de três níveis (Básico, Intermediário e Avançado) e seis funções (Pré-investimento, Execução de Projeto, Engenharia de Processo, Engenharia de Produto, Engenharia Industrial e Relacionamento com a Economia); Drouvot e Verna (1994), por sua vez, criaram um modelo de cinco níveis (1º Básico, 2º Básico, 3º Básico, Intermediária e Avançada) e quatro funções (Competências, Principal Fonte de Tecnologia, Tipo de Inovação e Organização da Empresa); Hobday (1995) criou um modelo em sete diferentes níveis, porém sem uma divisão em funções, com um enfoque mesclado de rotinas de produção, produto e P&D; por fim, Figueiredo (2003) realizou a análise de uma empresa de aço com um modelo de sete níveis (Básico, Renovado, Extradomínio, Pré-Intermediário, Intermediário, Intermediário Superior e Avançado) e cinco funções (Decisão e Controle sobre a Planta, Engenharia de Projetos, Processos e Organização da Produção, Produtos e Equipamentos). Os autores citados, neste parágrafo, não foram os únicos a criar modelos de mensuração de capacidades tecnológicas (Dutrénit, 2004; Kim, 1997a, 1997b; Marcelle, 2005; etc), porém estes se diferem na estrutura ou no objetivo da ideia central do artigo.

Autor e ano	Título
Andrade e Figueiredo (2008)	Dinâmica da Acumulação de Capacidade Tecnológica e Inovação em Subsidiárias de Empresas Transacionais (ETNs) em Economias Emergentes: Trajetórias da Motorola Brasil.
Figueiredo (2003)	<i>Capability Accumulation and Firms Differences: evidence from latecomer steel.</i>
Figueiredo (2008)	<i>Industrial Policy Changes and Firm-Level Technological Capability Development: Evidence From Northern Brazil.</i>
Figueiredo (2010)	<i>Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms.</i>
Miranda e Figueiredo (2010)	Dinâmicas da Acumulação de Capacidades Inovadoras: evidências de empresas de software no Rio de Janeiro e em São Paulo.
Tacla e Figueiredo (2006)	<i>The dynamics of technological learning inside the latecomer firm: evidence from the capital goods industry in Brazil.</i>

Quadro 1 - Lista de trabalhos analisados

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados dos setores e/ou empresas nos trabalhos originais consideravam várias funções tecnológicas para os diversos níveis, que foram unificados em resultados médios para a empresa ou para o setor. Esta evolução média foi analisada através de uma linha de tendência ajustada à evolução observada, que utilizou a análise de regressão. E, quando necessário, foram realizadas previsões baseadas nestas funções estimadas, com o objetivo de montar um panorama comparativo e classificativo das trajetórias das empresas brasileiras já estudadas com o mesmo *framework*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos trabalhos selecionados, pôde-se levantar um panorama inicial da dinâmica evolutiva de diversos setores e empresas brasileiras na direção da fronteira internacional de capacidades inovadoras (Tabela 1). Os trabalhos revelam que, dos sete níveis considerados, somente os setores de Aço e Bens de Capital alcançaram o 6º nível. Isto denota que diversos setores brasileiros ainda precisam realizar um significativo esforço tecnológico, o que pode ser reforçado pelos resultados dos setores de Eletrônicos (EE) e Fornecedores de EE e Motos e Bicicletas (MCB) que atingiram o 4º dentre os sete níveis analisados.

Percebe-se, na Tabela 1, que os setores e/ou empresas brasileiras possuem escalas diferentes de evolução temporal. Desta forma, é possível propor uma classificação de setores/empresas de acumulação de médio e longo prazo. Na primeira categoria, enquadram-se os setores/empresas que apresentam previsão de acumulação, até o sétimo nível, de 15 anos ou menos. Na segunda categoria,

Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 10, n.1, p.163-188, Jan./Mar. 2013.

enquadram-se os setores/empresas que apresentam previsão de acumulação, até o sétimo nível, de mais do que 15 anos. De forma simplificada, estes números representam o prazo que as empresas/setores demoram a evoluir até o sétimo nível e a encontrar a fronteira tecnológica internacional.

Tabela 1: Panorama da dinâmica de acumulação das capacidades tecnológicas de setores/empresas brasileiras

Setor/Empresa	Níveis de Capacidade Tecnológica						
	1	2	3	4	5	6	7
Motorola ⁽¹⁾	2,75	4,00	5,50	7,75	9,42	11,00	12,71
Software ⁽²⁾	2,67	6,30	9,23	11,83	13,58	14,88	15,56
Eletrônicos (EE) ⁽³⁾	12,00	16,13	18,57	20,17	20,28	20,28	20,28
Aço ⁽⁴⁾	20,00	25,00	20,00	32,50	38,38	35,00	41,24
Bens Capital (celulose) ⁽⁵⁾	3,00	5,25	8,75	12,75	15,00	17,33	20,83
Motos e Bicicletas (MCB) ⁽⁶⁾	14,27	18,43	20,40	21,60	23,00	23,00	23,00
Fornecedores de MCB ⁽⁷⁾	7,90	10,93	12,77	13,77	14,65	14,65	14,65
Média	8,94	12,29	13,60	17,20	19,19	19,45	22,65

Nota: Os números em destaque são previsões (quando a previsão se repete é porque todos os níveis restantes seriam alcançados conjuntamente naquele período)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste caso, a Motorola, o setor de *Software* e os Fornecedores de MCB enquadram-se na categoria médio prazo e os outros setores, na categoria de longo prazo. O setor de aço é o que mais tempo demora a alcançar a fronteira. Assim, a dinâmica de evolução de capacidade tecnológica mais rápida, vista em setores/empresas, como setor de software e a empresa Motorola, explica-se pela intensa competição, reconhecidamente, presente nestes setores. Os fornecedores do setor de MCB também devem ser adeptos desta lógica de competição acirrada, uma vez que fornecem a um conjunto reduzido de empresas. Outros fatores interferem nestas diferenças de dinâmicas, tais como as peculiaridades dos setores/empresas e das atividades produtivas, bem como os mecanismos de aprendizagem utilizados ao longo do processo de acumulação. Com os dados deste trabalho não se pode ser totalmente conclusivo em relação à influência destes fatores, contudo estes dados fornecem base para um levantamento de questões e possibilidades a serem investigados.

Outra questão importante na análise da evolução temporal das capacidades tecnológicas é a taxa de crescimento, em termos matemáticos,

$$r = dy/dx \quad (1)$$

onde “x” representa os níveis de capacidades tecnológicas e “y” representa o tempo em anos.

Percebe-se que o grupo composto pela Motorola, Bens de Capital e Aço possuem a taxa de crescimento das capacidades tecnológicas constantes em relação ao tempo, ao considerar-se a melhor linha de tendência ajustada à evolução das capacidades no tempo. No caso da Motorola, a taxa é de $r=1,7083$, assim pode-se dizer que a empresa é capaz de crescer um nível a cada 1,7 anos, em média, e esta taxa permanece constante para o alcance de qualquer nível (Figura 1).

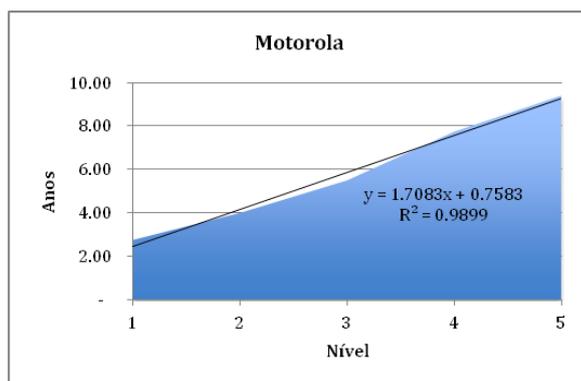


Figura 1 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas da Motorola

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao olhar para o setor de bens de capital no setor de celulose, pode-se notar (Figura 2) que o crescimento é constante, ao longo dos anos, com valor de $r = 2,9976$. Ou seja, em média, cada nível precisa de aproximadamente três anos para ser alcançado, independentemente de qual seja este nível.

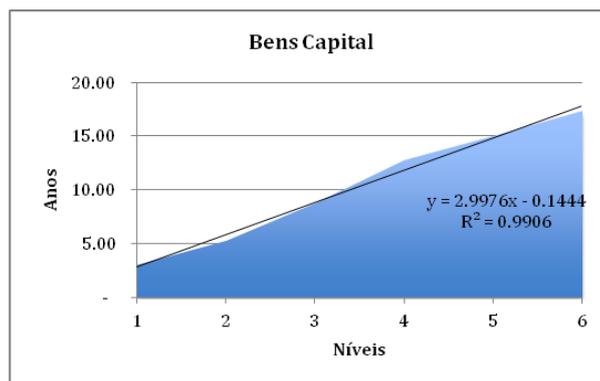


Figura 2 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Bens de Capital (celulose)

Fonte: Elaborado pelos autores.

No caso do setor do Aço, o crescimento ao longo do tempo apresenta-se irregular, principalmente, no 3º nível. Entretanto, ao considerarmos a linha de tendência melhor ajustada à sua

evolução, esta apresenta constância com uma taxa de crescimento de $r = 3,6464$, ou seja, as empresas deste setor, no Brasil, levam em média 3,6464 anos para acumular cada nível, contudo com um valor elevado de partida, em torno de 15 anos (Figura 3).

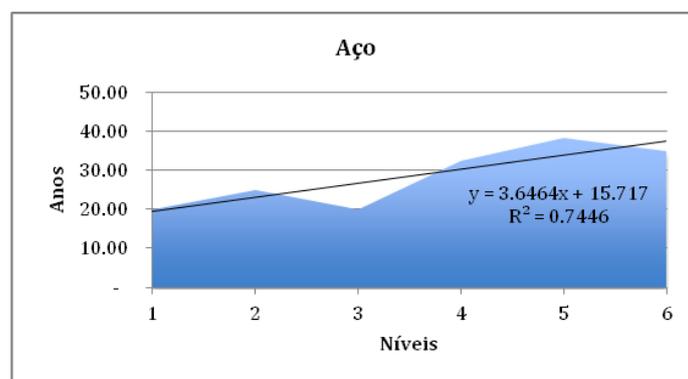


Figura 3 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Aço

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pode-se intuir que estes setores/empresas possuem fatores aceleradores de acumulação das capacidades tecnológicas semelhantes. Uma das semelhanças está no fato de que os três casos são indústrias, dois deles no sentido mais tradicional do conceito (Aço e Bens de Capital) e a Motorola, embora produza eletrônicos, possui uma parte de seu processo produtivo associado ao desenvolvimento de *softwares* embarcados em seus *hardwares*.

Por outro lado, os setores/empresas de *Software*, Eletrônicos (EE), Motos e Bicicletas (MCB) e Fornecedores de EE e MCB apresentam uma taxa de crescimento variável. Assim, como as linhas de tendências estimadas foram côncavas, em relação à origem, a taxa de crescimento será decrescente. Isto significa que quanto maior for o nível de capacidade tecnológica, menor será o tempo para atingi-lo.

No caso do setor de *Software* (Figura 4) a taxa apresentou a seguinte função: $r = -0,5858x + 4,4938$. Neste caso, por exemplo, o 6º nível levará $r = 0,979$, ou seja, aproximadamente um ano. Para o 7º período, a taxa será de $r = 0,3932$, ou seja, 0,4 anos, aproximadamente.

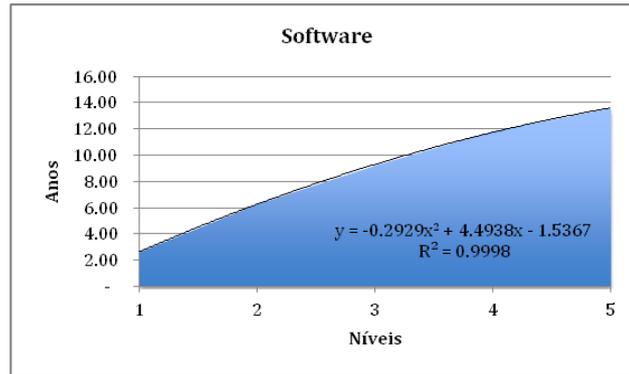


Figura 4 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de *Software*
 Fonte: Elaborado pelos autores.

No setor de eletrônicos a taxa de crescimento foi $r = -1,2666x + 5,86$, desta forma, à medida que o nível aumenta, o tempo necessário para atingir os níveis seguintes diminui (Figura 5).

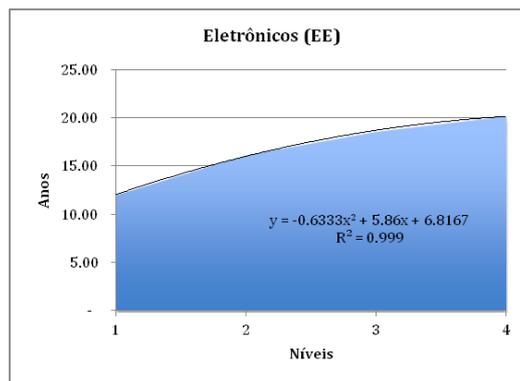


Figura 5 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Eletrônicos
 Fonte: Elaborado pelos autores.

O setor de Motos e Bicicletas (Figura 6) comportou-se da mesma forma e apresentou uma taxa de crescimento variável em relação aos níveis de capacidades tecnológicas, sendo $r = -0,9x + 4,7663$. Enquanto que para o setor de Fornecedores de Motos e Bicicletas (MCB) a taxa de crescimento foi de $r = -1,01166x + 4,485$ (Figura 7).

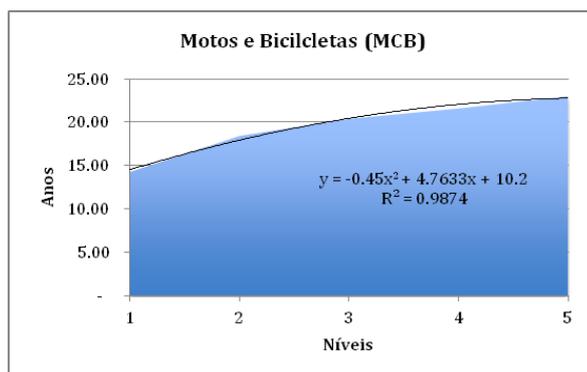


Figura 6 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de MCB
Fonte: Elaborado pelos autores.

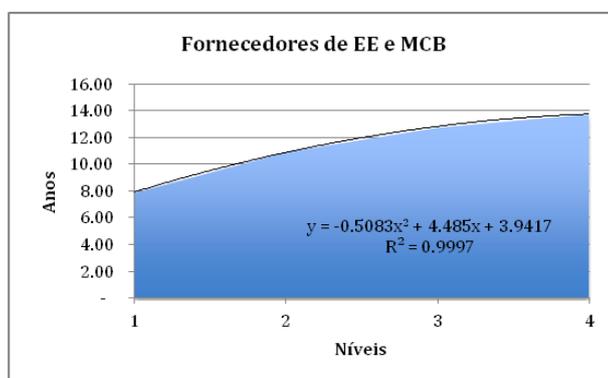


Figura 7 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Fornecedores de EE e MCB
Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao comparar as previsões das taxas de crescimento do sétimo nível, nota-se as seguintes diferenças entre os casos quanto ao tempo de acumulação (Tabela 2):

Tabela 2: Diferença na velocidade de acumulação do 7º nível de Capacidades Tecnológicas

Casos	Valor de r	Anos p 7º Nível
Eletrônico (EE)	$-1,2666x+5,86$	3,0062
Motos e Bicicletas (MCB)	$-0,9x+4,7663$	1,5337
Software	$-0,5858x + 4,4938$	0,9790
Fornecedores de MCB	$-1,01166x+4,485$	-2,5962 (1)

Nota: (1) nestes casos considerou-se que este nível será atingido junto com os níveis anteriores

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior concavidade foi apresentada pelos Fornecedores de MCB, logo estes alcançam mais rapidamente os níveis mais altos, seguidos dos setores de *Software*, de Motos e Bicicletas e, por último,

de Eletrônicos. Estes diferentes níveis de aceleração são explicados pelos efeitos dos fatores aceleradores de capacidades tecnológicas que, neste caso, podem ser os níveis de competitividade nos mercados, os mecanismos e os processos de aprendizagem, dentre outros fatores.

A análise da dinâmica das capacidades tecnológicas dos setores/ empresas de Papel, Celulose e Florestal, conforme Tabela 3, foi separadamente devido a duas importantes diferenças: i) estes setores tornaram-se líderes no mercado mundial e criaram uma trajetória tecnológica própria e ii) o *framework* utilizado considerou uma métrica de no máximo seis níveis de acumulação de capacidades tecnológicas, diferentemente dos grupos anteriores, que consideravam sete níveis. Como, neste caso, os setores alcançaram o nível mais elevado, não foi realizada previsão de acumulação, foi realizado apenas o estudo de sua velocidade.

Tabela 3: Panorama da dinâmica de acumulação das capacidades tecnológicas de setores/empresas brasileiras com trajetória própria e líder mundial no setor

Setor/Empresa	Níveis de Capacidade Tecnológica					
	1	2	3	4	5	6
Florestal	9,67	19,34	28,84	35,04	40,04	44,37
Papel	10,33	20,66	25,91	30,18	32,93	35,43
Celulose	10,11	20,22	25,22	29,36	32,11	36,11
Média	10,04	20,07	26,66	31,53	35,03	38,64

Fonte: Figueiredo (2010)

As Figuras 8, 9 e 10, e as linhas de tendência ajustadas à evolução das capacidades tecnológicas revelam uma concavidade em relação à origem e uma taxa de crescimento variável, quanto maior o nível, menor é o tempo necessário para atingi-los (Tabela 4).

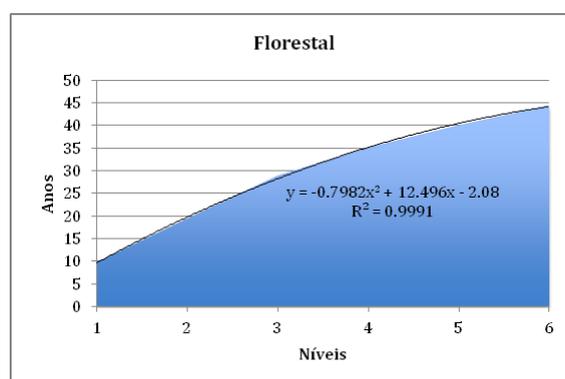


Figura 8 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor Florestal

Fonte: Elaborado pelos autores.

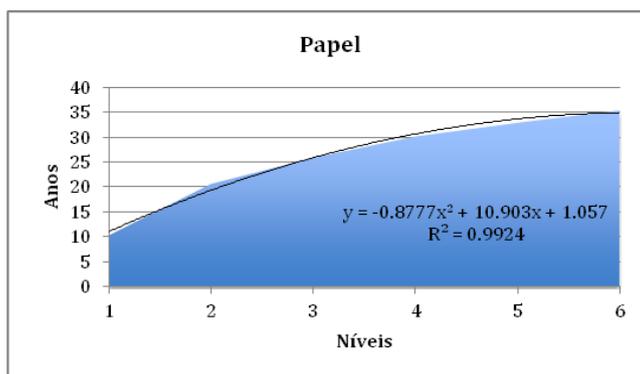


Figura 9 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Papel
 Fonte: Elaborado pelos autores.

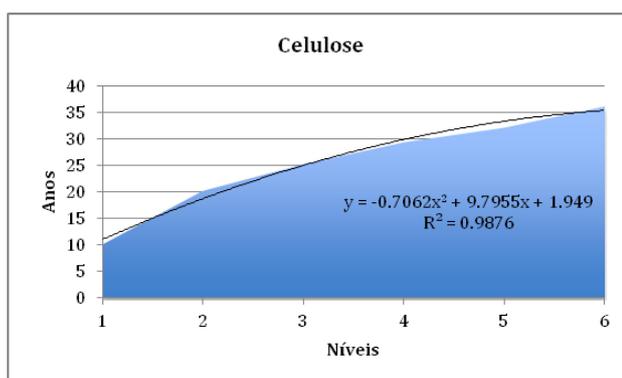


Figura 10 - Evolução temporal das capacidades tecnológicas do setor de Celulose
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 4, nota-se que, entre os casos deste grupo, o que possui maior velocidade de acumulação é o setor de Papel, seguido dos setores de Celulose e Florestal.

Tabela 4: Diferença na velocidade de acumulação do 6º nível de Capacidades Tecnológicas com trajetória própria e líder mundial no setor

Casos	Valor de r	Anos p 6º Nível
Florestal	-1,5964x+12,496	2,9176
Celulose	-1,4124x+9,7955	1,3211
Papel	-1,7554+10,903	0,3706

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os diferentes setores industriais pesquisados e analisados, foram encontrados três diferentes agrupamentos com características e um padrão de acumulação de capacidades tecnológicas

semelhantes: o setor de Acumulação Constante de Capacidades Tecnológicas (ACCT), composto pelos estudos da Motorola, Aço e Bens de capital; o setor de Acumulação Acelerada de Capacidades Tecnológicas (AACT), formados pelas pesquisas na área de *Software*, Eletrônicos, Motos & Bicicletas e Fornecedores de MCB; e por fim, o grupo de Acumulação de Capacidades Tecnológicas de Setores Líderes Mundiais (ACLM), composta pelas pesquisas em empresas da área Florestal, Papel e Celulose.

A Tabela 5 apresenta taxas que expressam a relação existente entre o tempo despendido para atingir cada nível e o tempo total de vida (ou pesquisa) da empresa/setor. Vale ressaltar, que os resultados em destaque são projeções.

Tabela 5: Panorama da dinâmica de Setores de Acumulação Constante de Capacidades Tecnológicas (ACCT)

Setor/Empresa	Níveis de Capacidade Tecnológica						
	1	2	3	4	5	6	7
Motorola	0,22	0,31	0,43	0,61	0,74	0,87	1,00
Aço	0,48	0,61	0,48	0,79	0,93	0,85	1,00
Bens Capital	0,14	0,25	0,42	0,61	0,72	0,83	1,00
Média	0,28	0,39	0,45	0,67	0,80	0,85	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 11 mostra que o setor ACCT possui, como característica, uma evolução constante ao longo do tempo, com valor de $r = 0,1222$. Ou seja, para que haja uma passagem de um nível para outro, a empresa necessita de 12% do total de anos.

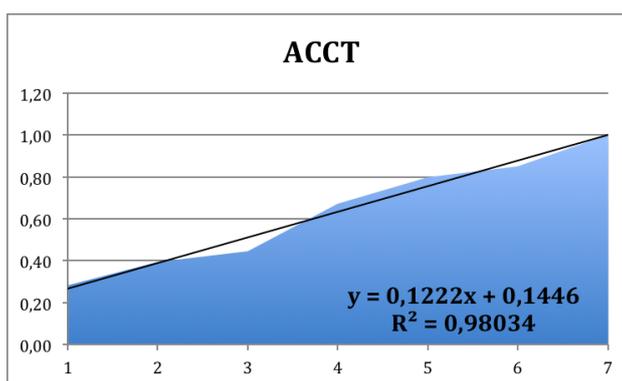


Figura 11 – Evolução temporal das capacidades tecnológicas dos setores ACCT

Fonte: Elaborado pelos autores.

No caso do setor AACT, a Tabela 6 apresenta o panorama da dinâmica de acumulação de capacidade tecnológica diferente do outro setor, com um comportamento acelerado. É característica da

AACT que os primeiros níveis (1° e 2°) sejam mais lentos (com uma taxa de até 80% do total do tempo considerado) e a passagem para os níveis mais avançados seja mais rápida.

Tabela 6: Panorama da dinâmica de Setores de Acumulação Acelerada de Capacidades Tecnológicas (AACT)

Setor/Empresa	Níveis de Capacidade Tecnológica						
	1	2	3	4	5	6	7
Software	0,17	0,40	0,59	0,76	0,87	0,96	1,00
Eletrônicos (EE)	0,59	0,80	0,92	0,99	1,00	1,00	1,00
Motos e Bicicletas (MCB)	0,62	0,80	0,89	0,94	1,00	1,00	1,00
Fornecedores de MCB	0,54	0,75	0,87	0,94	1,00	1,00	1,00
Média	0,48	0,69	0,82	0,91	0,97	0,99	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 12 expõe que o setor AACT, diferente do setor ACCT, possui como característica uma evolução acelerada ao longo do tempo, com valor de $r = -0,0378x + 0,2335$.

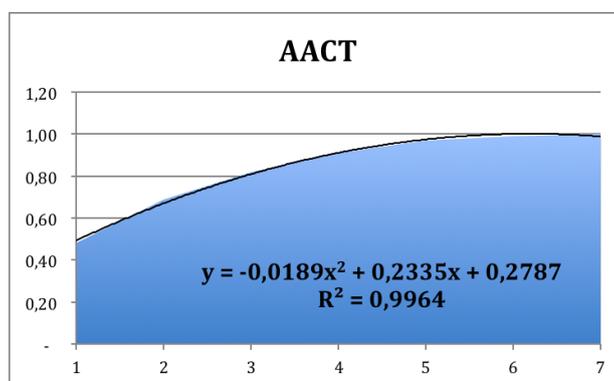


Figura 12 – Evolução temporal das capacidades tecnológicas dos setores AACT

Fonte: Elaborado pelos autores.

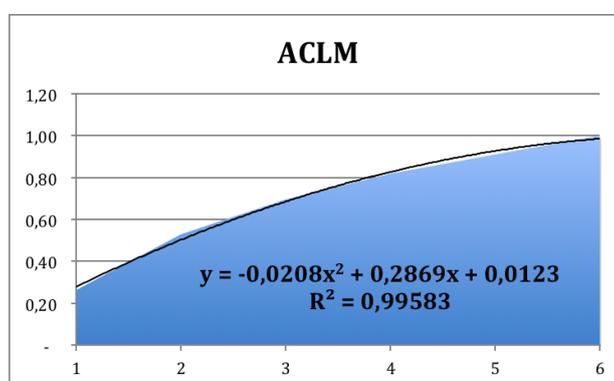
Por fim, ao olhar para o setor ACLM, a tabela 7 apresenta os resultados da taxa de tempo despendido em cada nível, com relação ao tempo total. É válido destacar que este setor é caracterizado por empresas que já estão inseridas na fronteira tecnológica.

Tabela 7: Panorama da dinâmica de Acumulação de Capacidades Tecnológicas de Setores Líderes Mundiais (ACLM)

Setor/Empresa	Níveis de Capacidade Tecnológica					
	1	2	3	4	5	6
Florestal	0,22	0,44	0,65	0,79	0,90	1,00
Papel	0,29	0,58	0,73	0,85	0,93	1,00
Celulose	0,28	0,56	0,70	0,81	0,89	1,00
Média	0,26	0,53	0,69	0,82	0,91	1,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 13 demonstra que o setor ACLM também teve uma dinâmica de evolução acelerada, com um valor de $r = -0,0416x + 0,2869$.

**Figura 13 – Evolução temporal das capacidades tecnológicas dos setores ACCT**

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 8 mostra, comparativamente, os resultados para os diferentes tipos de acumulação encontrados. Assim, a dinâmica do setor ACCT, que apresentou uma evolução linear, permitiu o cálculo da média do tempo gasto por cada nível em todo o período considerado que, neste caso, foi de 12 anos ($r=0,1222$). Para as trajetórias dos setores AACT e ACLM os níveis, ao longo dos períodos analisados, apresentam tempos cada vez menores e, assim, como forma de expressar sua aceleração, optou-se por mostrar o valor que deve ser acumulado o último período. De acordo com as projeções realizadas, o AACT levaria 3,11% do total de anos de existência das firmas para acumular as capacidades do último período considerado nos trabalhos originais (7º nível) e o ACLM levou 3,73% dos anos para realizar esta mesma acumulação para o último período, considerado no trabalho original (6º nível). Percebe-se, neste caso, que a comparação deve levar em conta que a quantidade de períodos considerada foi diferente para os setores analisados. Portanto, este resultado não coloca, necessariamente, o setor ACLM na posição de mais lento.

Tabela 8: Diferença na velocidade de acumulação de Capacidades Tecnológicas entre os agrupamentos

	Valor do r	% do Total de Anos para cada nível	% do Total de Anos para o último nível
ACCT	0,1222	12	-
AACT	-0,0378x+0,2335	-	3,11
ACLM	-0,0416x+0,2869	-	3,73

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Quadro 2 tem como objetivo apresentar, de forma resumida, os principais potenciais fatores influentes (possíveis aceleradores e desaceleradores) encontrados pelos pesquisadores na trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas da empresa/setor. Os trabalhos utilizaram uma métrica compatível para comparação da descrição da trajetória tecnológica, porém esses trabalhos não utilizaram um *framework* ou métrica comum para a análise das variáveis influenciadoras, nem para aceleração e estímulo, nem para desaceleração e estagnação, o que dificulta a execução de generalizações analíticas em termos de possíveis causas aos efeitos encontrados. Entretanto, a descrição das variedades de fatores encontrados como possíveis aceleradores e desaceleradores do processo de acumulação de capacidades tecnológicas pode possibilitar *insights* a respeito do tema.

Possíveis Aceleradores e Desaceleradores	ACCT			AACT				ACLM		
	Motorola	Bens de Capital	Aço	Software	Eletrônicos (EE)	Motos e Bicicletas (MCB)	Fornecedores de EE e MCB	Florestal	Papel	Celulose
Macro Ambiente			(i)Estabilização econômica (ii)Estímulo à exportação (iii)Política Fiscal		(i)Política Industrial (ii)Competição Internacional					
Políticas	(i) Lei da Informática		(i)Medidas governamentais		(i)Reformas políticas			(i)Política de transferência de conhecimento (ii)Linhas de financiamento		
Instituições								(i)Parceria com Universidades e Instituições de pesquisa		
Especificidades das Firms		(i)Capacidades Organizacionais (ii)Consolidação de Capacidades de Rotina	(i)Gestão para melhoria de Capacidades Tecnológicas	(i)Idade da organização	(i)Nacionalidade do capital (estrangeiro ou local) não determina (ii)Comportamento organizacional perante à mudanças institucionais			(i)Pró atividade (ii)Sinergia com políticas públicas (iii)Liderança (iv)Redirecionamento de estratégias tecnológicas		
Aprendizado	(i)Estratégia de Aprendizagem Tecnológica	(i)Estratégia de Aprendizagem interna e externa (ii)Processos de aquisição e conversão de conhecimento	(i)Estratégia de Aprendizagem interna e externa (ii)Processos de aquisição e conversão de conhecimento		(i)Estratégia de Aprendizagem Tecnológica					

Quadro 2 - Relação de Aceleradores e Desaceleradores do processo de acumulação de capacidades tecnológicas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos estudos agrupados na categoria ACCT, destacam-se como possíveis aceleradores em termos (1) macroambientais: a estabilização econômica, a política fiscal e o estímulo à exportação a partir da década de 90; (2) políticas setoriais: os subsídios da Lei da Informática; (3) especificidades das firmas: a importância dada à dimensão organizacional de capacidades tecnológicas no desenvolvimento de atividades inovadoras, a construção e sustentação de capacidades de rotina, a interdependência entre as diferentes funções e o gerenciamento intra-firmas; (4) aprendizagem: os mecanismos efetivos e descontínuos de aquisição e conversão do conhecimento. Cabe destacar que em termos de aprendizagem dois fatores desaceleradores foram encontrados (i) estratégias pobres de gestão nos processos de aprendizagem e (ii) a desvinculação entre os esforços de aquisição e conversão do conhecimento. Ainda na categoria ACCT, em termos (5) institucionais, nenhuma evidência foi verificada.

Com relação à categoria AACT, os aceleradores em termos (1) macroambientais concentram-se na combinação de políticas industriais e competição internacional, e, assim como na categoria ACCT, nas reformas políticas dos anos 90. Como fatores desaceleradores do macroambiente, listam-se as estratégias baseadas somente em incentivos relacionados à estabilização da economia, estímulo às exportações e incentivos fiscais. Isto evidencia que somente políticas governamentais em isolamento não são suficientes para estimular o desenvolvimento industrial como mencionado em (Bell & Pavitt, 1993; Evans, 2004; Lall, 1992). Em termos de (2) políticas setoriais, as reformas políticas tiveram um impacto positivo na acumulação de capacidades tecnológicas. Já em termos de (3) especificidades das firmas, a idade da firma e o comportamento organizacional perante as mudanças são fatores que podem influenciar na acumulação de capacidade tecnológica, enquanto que a nacionalidade do capital (estrangeiro ou local) não parece ter influência sobre a acumulação de capacidade tecnológica. Em termos de (4) aprendizagem, as diferentes estratégias de aprendizagem são apresentadas como fatores aceleradores. Também, assim como na categoria ACCT, nenhuma evidência é relatada em termos institucionais.

Por fim, a categoria ACLM não apresentou fatores desaceleradores do processo de acumulação de capacidades tecnológicas. Em termos (1) macroambientais nada é evidenciado. Quanto aos fatores aceleradores em termos de (2) políticas setoriais, destacam-se a implantação de políticas de estímulo à absorção de conhecimento tecnológico de instituições no Brasil e no Exterior, bem como as políticas de financiamento com linhas e condições específicas; em termos de (3) especificidades das firmas, como fatores aceleradores, apresentam-se a combinação de pró-atividade das firmas, a sinergia com as políticas públicas para o setor, a liderança da gestão e o redirecionamento de estratégias tecnológicas. Em termos de (4) aprendizagem nada foi evidenciado. Por fim, em termos (5) institucionais destaca-se

a participação das Universidades, Institutos de Pesquisa e empresas parceiras durante o início do processo de acumulação de capacidades tecnológicas.

A falta de evidências apresentadas nas categorias em termos macroambientais, institucionais e de aprendizagem não significa que não existiram fatores aceleradores ou desaceleradores no processo, mas sim que, pelo fato dos artigos terem *designs* individualizados, os focos para determinados termos também foram diferenciados ou mesmo não abordados, em alguns casos.

Assim, o fato dos artigos não utilizarem uma métrica de análise de fatores influenciadores (possíveis aceleradores e desaceleradores) impossibilita qualquer tipo de conclusão acerca da importância ou do grau de influência dessas variáveis na trajetória de acumulação tecnológica das empresas/ setores. Isso não quer dizer que a comunidade de pesquisadores dessa linha de pesquisa não estejam avançando em dar explicações, pelo contrário: Dutrénit (2006) apresenta evidências empíricas de que a organização estudada teve como um dos motivos de sua estagnação tecnológica a incapacidade de gerir uma mudança organizacional compatível com a evolução da sua capacidade tecnológica. No trabalho de Ariffin (2000, 2010) são apresentados dados sobre como as ligações entre a matriz e subsidiárias influenciam a capacidade das organizações realizarem atividades inovativas. Dantas e Bell (2009, 2011) enfatizam a importância das ligações externas da Petrobrás para a construção de uma rede, onde a capacidade tecnológica é distribuída e o papel da Petrobrás passa de um mero depósito de capacidades para um grande orquestrador de capacidades tecnológicas da rede e utilização dessas capacidades quando necessário. Outros autores demonstram modelos teóricos e evidências empíricas da influência de alguns fatores na capacidade tecnológica como: Global Value Chains (Návas-Aleman, 2011; Rabelotti, 2004), aprendizagem (Kim, 1998; Marcelle, 2005), Marketing e FDI (Hobday, 1995), Internacionalização (Gonzalez & Cunha, 2012); entre outros.

Por fim, cumpre salientar que as evidências apresentadas no Quadro 2 são oriundas de métricas diferentes e de difícil comparação, além dos autores não apresentarem resultados conclusivos sobre as causas das dinâmicas de acumulação de capacidades tecnológicas. Desta forma, observa-se uma grande oportunidade para futuros trabalhos e pesquisas na tentativa de: (i) esforços para a construção de um modelo analítico abrangente que possa considerar diferentes variáveis e sua influência no processo de construção de capacidades tecnológicas e; (ii) pesquisas em diferentes setores para análises comparativas de homogeneidade e heterogeneidade entre diferentes setores industriais e seus principais fatores aceleradores e inibidores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em um conjunto de estudos, realizados em cima de semelhantes quadros analíticos, este trabalho procurou discutir a velocidade como as empresas ou setores inseridos em contextos de economias emergentes acumularam capacidade tecnológica em busca da fronteira tecnológica.

A pesquisa foi inspirada nos trabalhos de Bell (2006), Bell e Figueiredo (2012) e Figueiredo (2007), no intuito de dar um passo à frente na continuação destes trabalhos, mostra-se possíveis tipificações que podem ser encontradas nas velocidades de acumulação de capacidades tecnológicas das empresas quando analisadas à luz de um modelo quantitativo.

A análise das dinâmicas de acumulação das capacidades tecnológicas dos casos estudados indica que há possibilidade de tipificação neste processo. Neste estudo, apresentamos dois tipos de classificação: i) quanto à duração total de acumulação das capacidades tecnológicas e ii) quanto à taxa de acumulação de capacidades tecnológicas, estas baseiam-se em linhas de tendências ajustadas ao real comportamento dos casos ao longo do tempo. Nestas classificações, foi considerada a estimativa futura para o último nível do *framework* utilizado e foi usada uma linha de tendência ajustada ao comportamento real dos casos, assim, foram encontrados, para o primeiro tipo, casos que acumulam no médio prazo (até 15 anos) e casos que acumulam no longo prazo (acima de 15 anos).

No segundo tipo de classificação, foram identificados dois tipos de velocidade ou taxa de acumulação, também baseadas em linhas de tendências ajustadas, neste caso, a taxa “*r*” apresentou-se constante ou variável ao longo dos níveis de acumulação de capacidades tecnológicas.

O grupo composto pela Motorola, Bens de Capital e Aço (ACCT) apresentou a taxa de crescimento das capacidades tecnológicas constantes em relação ao tempo, considerou-se a melhor linha de tendência ajustada à evolução das capacidades no tempo. Já, os setores/empresas de *Software*, Eletrônicos (EE), Motos e Bicicletas (MCB) e Fornecedores de EE e MCB (AACT) apresentaram uma taxa de crescimento acelerada. Por fim, o grupo composto pelas empresas dos setores Florestal, Papel e Celulose (ACLM), que também apresentou taxa de crescimento acelerada, porém, estas empresas que o compõe já atingiram nível de liderança mundial (fronteira tecnológica).

Diversos estudos (Bell & Pavitt, 1983; Dutrénit 2000; Figueiredo, 2003; Kim, 1998; Marcelle, 2005) destacam a importância da realização de aprendizagem tecnológica como variável de determinação da trajetória de acúmulo de capacidade tecnológica. Após cuidadosa análise das diversas possíveis variáveis que afetam o comportamento dessa trajetória, foram encontradas evidências de que a aprendizagem não é isolada. Aspectos macroambientais, políticas setoriais, instituições de apoio e especificidades da firma também compõem fatores relevantes. Com este estudo, verificou-se que a

literatura carece de estudos empíricos que demonstrem esse tipo de relação, bem como modelos com métricas homogêneas que permitam a comparabilidade entre os resultados. Dessa forma, os modelos poderiam apresentar uma importância relativa quanto aos fatores aceleradores ou desaceleradores da velocidade de acumulação de capacidade tecnológica.

REFERÊNCIAS

- Andrade, R. F., & Figueiredo, P. N. (2008). Dinâmica da acumulação de capacidade tecnológica e inovação em subsidiárias de empresas transacionais (ETNs) em economias emergentes: trajetórias da Motorola Brasil. *Revista de Administração e Inovação*, 3(5), 73-92.
- Ariffin, N. (2000). *The internationalisation of innovative capabilities: the Malaysian electronics industry*. (PhD Thesis). University of Sussex, Brighton, UK.
- Ariffin, N. (2010). Internationalisation of technological innovative capabilities: levels, types, and speed (learning rates) in the electronics industry in Malaysia. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 3(4), 347-391.
- Ariffin, N., & Bell, M. (1999). Firms, politics and political economy: patterns of subsidiary-parent linkages and technological capability-building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In K.S. Jomo, G. Felker, & R. Rasiah (Eds.), *Industrial technology development in Malaysia* (pp. 150–190). New York: Routledge.
- Bell, M. (2006). Time and technological learning in industrializing countries: how long does it take? How fast is it moving (if at all)? *International Journal of Technology Management*, 36(1/3), 25-42.
- Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Innovation capability building and the role of learning processes in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies/Revue Canadienne d'Études du Développement*, 33(1), 14-40.
- Bell, M., Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157-210.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. In I. Ul Haque, M. Bell, C. Dahlman, S. Lall, & K. Pavitt. *Trade, technology and international competitiveness* (pp. 69-101). Washington, DC: The World Bank.
- Bell, M., Scott-Kemmis, D., & Satyarakwit, W. (1982) Limited learning in infant industry: a case study. In F. Stewart & J. James (Eds.), *The economics of new technology in developing countries* (pp. 138-156). London: Pinter.

- Bluedorn, A. C., & Denhardt, R. B. (1988). Time and organizations. *Journal of Management*, 14(2), 299-320.
- Dahlman, C., & Fonseca, F. (1978). *From technological dependence to technological development: the case of the Usiminas steel plant in Brazil* (Working Paper, 21). Buenos Aires: Oficina de la Cepal.
- Dahlman, C., & Westphal, L. (1982). Technological effort in industrial development: an interpretative survey of recent research. In F. Stewart, & J. James (Eds.), *The economics of new technology in developing countries* (pp. 105-137). London: Frances Pinter.
- Dantas, E., & Bell, M. (2009). Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. *Research Policy*, 38(5), 829-844.
- Dantas, E., & Bell, M. (2011). The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil. *World Development*, 39(9), 1570-1591.
- Drouvot, H., & Verna, G. (1994). *Lês politiques de développement technologique: l'exemple Brésilien*. Paris: L'IHEAL.
- Duncan, R. B. (1972). Characteristics of organizational environments and perceived environmental uncertainty. *Administrative Science Quarterly*, 17(3), 313-327.
- Dutrénit, G. (2000). *Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Dutrenit, G. (2004). Building technological capabilities in latecomer firms: a review essay. *Science, Technology & Society*, 9(2), 209-241.
- Dutrénit, G. (2006). Instability of the technology strategy and building of the first strategic capabilities in a large Mexican firm. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 36(1/3), 43 – 61.
- Evans, P. (2004). *Autonomia e parceria: estados e transformação industrial*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Figueiredo, P. N. (2001). *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham, UK; Edward Elgar.
- Figueiredo, P. N. (2003). Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, 3(12), 607-643.
- Figueiredo, P. N. (2005). Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidência no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, 1(19), 54-69.
- Figueiredo, P. N. (2007). What recent research does and doesn't tell us about rates of latecomer firms' capability accumulation. *Asian Journal of Technology Innovation*, 15(2), 161-195.
- Figueiredo, P. N. (2008). Industrial policy changes and firm-level technological capability development: evidence from Northern Brazil. *World Development*, 1(36), 55–88.

- Figueiredo, P. N. (2010). Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(7), 1090-1108.
- Gonzalez, R. K., & Cunha, S. K. (2012). Internationalization process and technological capability trajectory of Iguaçú. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(2), 117-130.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia: the challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar.
- Iansiti, M., & Clark, K. (1994). Integration and dynamic capability: evidence from product development in automobiles and mainframe computers. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), 557-605.
- Katz, J. (1976). *Importación de tecnología, aprendizaje y industrialización dependiente*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Katz, J. (2004, June). The limits of the prevailing orthodoxy: technology and education as restrictions to productivity growth and international competitiveness in Latin America. *Paper presented at the Druid Summer Conference*, Elsinore, Denmark, June 14-16.
- Kessler, E. H., & Chakrabarti, A. K. (1996). Innovation speed: a conceptual model of context, antecedents, and outcomes. *Academy of Management Review*, 21(4), 1143-1191.
- Kim, L. (1993). National system of industrial innovation: dynamics of capability building in Korea. In R. R. Nelson (Ed.), *National innovation systems: a comparative analysis* (pp. 357-383). New York: Oxford University Press.
- Kim, L. (1997a). The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. *California Management Review*, 39(3), 86-100.
- Kim, L. (1997b) *Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kim, L. (1998). Crisis construction and organisational learning: capability building in catching-up at Hyundai Motor. *Organization Science*, 4(9), 506-521.
- Lall, S. (1987). *Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India*. London: Macmillan.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialisation. *World Development*, 20(2), 165-186.
- Lee, K. (2005). Making a technological catch-up: barriers and opportunities. *Asian Journal of Technology Innovation*, 13(2), 97-131.
- Lee, K., & Lim, C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), p. 459-483.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of knowledge: building and sustaining the sources of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.

- Marcelle, G. (2005). How do telecom firms build capabilities? Lessons from Africa. *Telecommunications Policy*, 29(7), 549-572.
- Maxwell, P. (1981). *Technological policy and firm learning in less development countries: a case study of the experience of the Argentina Steel Firm Acindar SA*. Sussex: SPRU.
- Miranda, E. C., & Figueiredo, P. N. (2010). Dinâmica da acumulação de capacidades inovadoras: evidências de empresas de software no Rio de Janeiro e em São Paulo. *Revista de Administração de Empresas*, 50(1), 75-93.
- Mlawa, H. (1983). *The acquisition of technology, technological capability and technical change: a study of the textile industry in Tanzania*. (Thesis D. Phil). Institute of Development Studies, University of Sussex, Sussex, UK.
- Navas-Alemán, L. (2011). The impact of operating in multiple value chains for upgrading: the case of the Brazilian furniture and footwear industries. *World Development*, 39(8), 1386-1397.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: how Japanese Companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.
- Page, A. (1993). Assessing new product development practices and performance: establishing crucial norms. *Journal of Product Innovation Management*, 10(4), 273-290.
- Patton, M. Q. (1980). *Qualitative evaluation and research methods*. London: Sage Publications.
- Prahalad, C., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.
- Rabellotti, R. (2004). How globalization affects Italian industrial districts: the case of Brenta. In H. Schmitz (Ed.), *Local enterprises in the global economy: issues of governance and upgrading* (pp. 140-173). Cheltenham: Edward Elgar.
- Schmitz, H. (2007). Transitions and trajectories in the build-up of innovation capabilities: insights from the global value chain approach. *Asian Journal of Technology Innovation*, 15(2), 151-159.
- Scott-Kemmis, D. (1988). *Learning and the accumulation of technological capacity in Brazilian pulp and paper firms* (Working Paper, 187). Geneva: International Labour Organization.
- Smith, P. G., & Reinertsen, D. G. (1992). Shortening the product development cycle. *Research Technology Management*, 35(3), 44-49.
- Tacla, C. L., & Figueiredo, P. N. (2006). The dynamics of technological learning inside the latecomer firm: evidence from the capital goods industry in Brazil. *International Journal of Technology Management*, 36(1/3), 62-90.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.

- Vesey, J. T. (1991). The new competitors: they think in terms of speed-to-market. *The Executive*, 5(2), 23-33.
- Yoruk, E. E. (2011). The influence of technological capabilities on the knowledge network component of innovation systems: evidence from advanced materials in Turkey. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 4(4), 330-362.
- Zollo, M., & Winter, S. (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339-351.

SPEED OF TECHNOLOGICAL CAPABILITY ACCUMULATION IN EMERGING ECONOMIES: EVIDENCE OF BRAZILIAN COMPANIES

ABSTRACT

The aim of this article is to analyze the rate of technological capability accumulation in Brazilian sectors/firms. The results obtained through meta-analysis showed that the group composed by Motorola, Capital Goods and Steel presented constant accumulation rate of technological capability. The Software, Electronics (EE), Motorcycles and Bicycles (MCB) and Suppliers of EE and MCB sectors/firms showed accelerated accumulation. Finally, the group composed by forestry, pulp and paper firms showed rapidly accumulation, however, these companies already have reached world leading level. It is suggested that the speed of technological capability accumulation is determined by technological learning, in addition to macro environment, sectorial policies, support institutions and firms-specific aspects. However, it was found that the literature lacks empirical studies that demonstrate such relationship, as well as models with homogeneous metrics that allow results comparability.

Keyword: Technological capability; Meta-analysis; Speed of technological accumulation; Latecomer firms; Technological dynamic.

Data do recebimento do artigo: 03/12/2012

Data do aceite de publicação: 05/03/2012