

Acumulação de Capacidades Tecnológicas Inovadoras em Subsidiárias de Empresas Transnacionais (ETNs) em Economias Emergentes: O Caso da Motorola Brasil

Autoria Rosilene Fonseca de Andrade, Paulo Cesar Negreiros Figueiredo

Resumo

O tema do desenvolvimento de capacidades tecnológicas em subsidiárias de empresas transnacionais em economias emergentes tem gerado perspectivas distintas ao longo das últimas décadas. De um lado, argumenta-se que tais empresas pouco realizam nos países hospedeiros em termos de atividades tecnológicas inovadoras, pois respondem passivamente às estratégias das suas empresas-mãe. De outro, argumenta-se que subsidiárias podem assumir um papel ativo em sua corporação e engajar-se em atividades inovadoras em países em desenvolvimento. Este artigo objetiva contribuir para este debate ao examinar o processo (direção e velocidade) de acumulação de capacidades tecnológicas em uma grande subsidiária de uma empresa transnacional (ETN) do setor de tecnologias da informação e comunicação (TIC): a Motorola Brasil (1996-2006). O trabalho apóia-se em bases analíticas desenvolvidas na literatura internacional e em evidências empíricas de primeira-mão colhidas via extensivos trabalhos de campo. Os resultados mostram que esta subsidiária adotou um comportamento ativo ao engajar-se na acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras para funções técnicas diversas, em especial, em engenharia e processos de software e gestão de projetos. Isto possibilitou, por exemplo, que a subsidiária conquistasse liderança em atividades de testes mundiais de produtos. Este trabalho, portanto, contradiz generalizações comuns e adiciona novas evidências ao debate sobre atividades inovadoras em subsidiárias de ETNs em países em desenvolvimento.

1. Introdução

Este artigo examina o tema da globalização de capacidades tecnológicas inovadoras em nível das organizações. Globalização da inovação, neste artigo, é definida e medida pela forma e velocidade com que empresas localizadas em países em desenvolvimento, subsidiárias de empresas transnacionais (ETN), acumulam suas próprias capacidades tecnológicas inovadoras. Este estudo foi realizado na Motorola Brasil, no período de 1996 a 2006. A Motorola Brasil é uma empresa do setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC), mais especificamente do setor de telefonia móvel.

A partir da década de 1990, vários estudos foram realizados sobre a acumulação de capacidades tecnológicas em países em desenvolvimento como a Malásia (Hobday, 1996; Ariffin & Bell, 1999; Ariffin, 2000) e Singapura (Amsden & Tschang, 2002). Nos últimos dez anos, pesquisas sobre acumulação de capacidades tecnológicas em países em desenvolvimento evoluíram bastante também no Brasil. Como exemplos, podemos citar o estudo realizado por Ariffin & Figueiredo (2004) sobre a internacionalização de competências tecnológicas na indústria eletrônica de Manaus, e o estudo sobre as trajetórias de acumulação de competência tecnológica em companhias siderúrgicas realizado por Figueiredo (2003).

Porém, apesar das evidências apontadas nesses estudos ainda existe um debate acadêmico sobre a internacionalização de capacidades tecnológicas a partir de ETNs, principalmente em países em desenvolvimento. Segundo Ariffin (2000), Ariffin & Figueiredo (2004), um dos lados defende que raramente acontece internacionalização da inovação. As ETNs investem muito menos em atividades inovadoras do que em atividades produtivas (Narula & Zanfei, 2005). De outro lado defende-se que a internacionalização de capacidades tecnológicas

inovadoras varia em função da complexidade da natureza da tecnologia, da aptidão da empresa para inovar e da qualidade da infra-estrutura tecnológica local, entre outras variáveis.

Este artigo pretende contribuir para o debate que se desenvolve no âmbito acadêmico, governamental e industrial sobre esses temas no contexto de economias em desenvolvimento, adicionando evidências aos estudos, sob uma perspectiva dinâmica de acumulação de capacidades tecnológicas no setor de TICs no Brasil.

Assim, por meio de um estudo de caso individual, este artigo avalia os tipos e níveis de capacidades tecnológicas acumuladas na Motorola Brasil. As evidências empíricas coletadas durante o trabalho de campo foram analisadas à luz da métrica proposta por Figueiredo (2003), adaptada para a realidade do setor de TIC. A partir das evidências empíricas e com base na literatura sobre o setor foram identificadas quatro funções tecnológicas chave. As atividades referentes a estas funções foram classificadas em sete níveis de dificuldade, sendo três níveis relacionados a atividades de rotina e quatro níveis relacionados a atividades inovadoras. O exame dessas atividades ao longo do período estudado (1996-2006) permitiu descrever a trajetória da empresa em termos de direção e velocidade (taxa) de acumulação de capacidades tecnológicas.

As evidências empíricas examinadas neste artigo são do tipo qualitativo e quantitativo e foram coletadas, em primeira mão, através de pesquisa de campo envolvendo entrevistas, encontros informais, questionários e estudo de documentos.

2. Antecedentes deste Estudo

Desde os anos 1950 vários estudos têm como foco a inovação e, mais especificamente, a internacionalização das capacidades tecnológicas. Segundo Ariffin & Figueiredo (2004), na literatura existem dois pontos de vista sobre globalização de capacidades tecnológicas. Um dos pontos de vista defende que a globalização ou internacionalização dificilmente ocorre (Vernon, 1966; Pavitt & Patel, 1991; Patel, 1995; Daniels, 1997). É a perspectiva da ‘não-internacionalização’. Para o outro, a globalização ocorre, porém depende da localização e situação do país onde se localiza a empresa transnacional (ETN), do país onde foi instalada sua subsidiária e dos tipos de produto (Mansfield *et al.*, 1979; Cantwell, 1995, 1999; Mansfield & Romeo, 1984; Dunning, 1994a, b; Zander, 1994, 1997; Granstand *et al.*, 1993). Essa é a perspectiva de internacionalização ‘condicional’. As duas perspectivas utilizaram os indicadores convencionais de inovação como o número de patentes, dados estatísticos sobre atividades de P&D e dados macro-econômicos.

Entretanto, estudos realizados nos últimos dez anos têm mostrado que subsidiárias de ETNs possuem capacidade inovadora. Essa inovação não é radical ou produto de uma estratégia de P&D, mas é incremental, dirigida pela necessidade gerada pela competição do setor (Hobday, 1996). A inovação é realizada de forma contínua, incluindo inovações nos processos de fabricação e em técnicas de gestão.

Isso foi comprovado nas pesquisas realizadas em subsidiárias de ETNs por Hobday (1996), Ariffin (2000) e Figueiredo (2007), entre outros, as quais apresentaram evidências da existência de inovações em países em desenvolvimento como a Malásia e o Brasil. E que essas subsidiárias desempenham um papel fundamental para a competitividade das ETNs. Segundo esses autores, as características da inovação encontradas nas subsidiárias de ETNs nesses países são diferentes das encontradas em países desenvolvidos, em função das

condições econômicas, políticas e sociais locais. Dentre essas características eles citam que as inovações em produtos são incrementais, ou seja, são realizadas pequenas alterações no *design* dos produtos ou novos modelos para uma linha de produtos já existente e estabilizada no mercado. As inovações são realizadas, em grande parte, através de melhorias em produtos e processos de produção, incluindo a introdução e desenvolvimento de métodos organizacionais relacionados à produtividade e qualidade do produto. Estudos recentes em países em desenvolvimento já admitem que a importação de tecnologia não acontece passivamente, mas sofre mudanças, normalmente em forma de inovações incrementais, para ajustar às condições locais de produção e atender aspectos específicos da demanda de mercado (Bell & Pavitt, 1993).

As estratégias das filiais de ETNs relacionadas à inovação foram classificadas por Ghoshal e Bartlett (1988) em: (1) “criação”, onde os recursos locais desenvolvem e adotam novos produtos e processos, utilizando suas próprias competências, em atendimento ao mercado local; (2) “adoção”, em que as subsidiárias são instadas a adotar as inovações desenvolvidas pela empresa-mãe, por um P&D central ou por outras subsidiárias. Essa estratégia é importante quando a empresa transnacional tem como objetivo uma estratégia de inovação centralizada; (3) “difusão”, quando as subsidiárias exportam suas inovações locais e diversificadas para a matriz e outras subsidiárias, ampliando o escopo de atuação da empresa como um todo. Segundo os autores, empresas que possuem normas globais bem estabelecidas e um processo de comunicação intenso e abrangente possuem melhores condições para adotar as estratégias acima.

Para Cantwell e Mudambi (2005), o desenvolvimento de capacidades tecnológicas em subsidiárias de ETNs requer uma combinação de iniciativa local, a partir da habilidade dos seus dirigentes, com uma pré-disposição da empresa-mãe para suportar o esforço em inovação na sua subsidiária. O processo de inovação não é necessariamente encorajado pela empresa-mãe. No seu estudo sobre subsidiárias de ETNs na Malásia, Hobday (1996) constatou que as subsidiárias tomaram a iniciativa de buscar a transferência tecnológica, demonstrando suas aptidões, competências e habilidades. Em um estudo mais recente Hobday & Rush (2007) declaram que essa iniciativa envolve a identificação de uma oportunidade em nível local, negociação com a empresa-mãe e, finalmente, a liberação dos recursos necessários, desde que esteja dentro da estratégia de descentralização da ETN.

Essa estratégia está associada à capacidade de gestão da inovação da ETN. As empresas transnacionais tendem a concentrar seus esforços em inovação no país de origem, por uma série de motivos, dentre os quais destaca-se o alto custo na coordenação do processo de inovação descentralizado. Em virtude disso, as empresas transnacionais reservam atividades não-estratégicas, que demandam menor esforço em gestão, para serem desenvolvidas pelas filiais em outros países (Narula & Zanfei, 2005).

Entretanto, alguns países têm conseguido construir capacidades tecnológicas inovadoras e alcançado performance competitiva internacional em áreas importantes da indústria de serviços, como é o caso da indústria de software (ver Ethiraj *et al.*, 2005, sobre a experiência da indústria de *software* na Índia). Porém, ainda existe uma escassez de estudos recentes sobre o processo de construção de capacidade tecnológica em países em desenvolvimento, especialmente em nível de organizações.

Estudos sobre globalização de capacidades tecnológicas fazem-se especialmente necessários no Brasil, para avaliar os efeitos do fim da política protecionista de substituição de

importações. Na literatura existem opiniões contraditórias sobre esses efeitos, principalmente no setor de TIC. De um lado alguns acadêmicos defendem que houve uma regressão na acumulação de capacidades tecnológicas. Segundo Cassiolato & Lastres (1998) a liberalização diminuiu os custos de bens de capital importados, o que gerou a desaceleração de atividades produtivas e conseqüentemente os investimentos em processos de aprendizagem. Segundo esses autores, as subsidiárias de ETNs reformularam suas estratégias de “adaptação de tecnologia” e passaram a operar com componentes importados. Com isso algumas descontinuaram seus programas tecnológicos locais.

Por outro lado, existem alguns trabalhos empíricos em vários setores industriais no Brasil que contradizem essas opiniões como os realizados por Consoni & Quadros (2006), Ariffin & Figueiredo (2004) e Tacla e Figueiredo (2006), entre outros. O diferencial desses autores foi a realização das pesquisas em nível das empresas, examinando os seus processos de acumulação de capacidades tecnológicas, ao invés de utilizar indicadores convencionais.

Entretanto, ainda existe uma escassez de estudos sobre o nível de capacidade tecnológica atingido pelo setor de TIC, especialmente após a implementação da Lei de Informática. Além disso, o setor de TIC é estratégico para a economia do país, visto que as tecnologias envolvidas nesse setor são responsáveis por inovações e progressos tecnológicos em outros setores da economia. Trata-se, portanto, de uma indústria com elevado potencial de criação de vantagens competitivas para o país.

Em função disso, este artigo se propõe a contribuir com evidências para o debate sobre a globalização ou disseminação de capacidades tecnológicas neste tipo de indústria, a partir do estudo de caso único.

3. Modelo de Análise

Globalização de capacidades tecnológicas, neste artigo, é definida e medida pela forma e velocidade (taxa) com que empresas localizadas em países em desenvolvimento, subsidiárias de empresas transnacionais (ETN), acumulam suas próprias capacidades tecnológicas inovadoras a partir de diversas fontes de aprendizagem.

A literatura apresenta diversas definições para o termo capacidade tecnológica. Especialmente no contexto de países emergentes encontramos a definição de Lall (1982, 1987) como um esforço tecnológico interno para adquirir o domínio de novas tecnologias, adaptá-las para a realidade local e aperfeiçoá-las. Conceito semelhante foi encontrado em Dahlman e Westphal (1982), Bell (1984) que definem capacidade tecnológica como o domínio tecnológico, alcançado através do esforço tecnológico para adquirir, adaptar e/ou criar tecnologia. Ou seja, segundo esses autores capacidade tecnológica em economias em desenvolvimento está associada ao esforço interno das empresas em adaptar e melhorar tecnologias já existentes.

Bell e Pavitt (1993) ampliam os conceitos anteriores, definindo capacidades tecnológicas como os recursos necessários para gerar e gerir a mudança tecnológica, sendo estes contidos em indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência) e sistemas organizacionais. Essas capacidades podem ser classificadas como capacidades rotineiras e capacidades inovadoras. Capacidades rotineiras estão relacionadas à capacidade de produção, ou seja, são os recursos necessários para realizar atividades de produção de bens ou serviços com eficiência. Capacidades inovadoras estão relacionadas com os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Através da aceleração da taxa de acumulação das capacidades

tecnológicas, as empresas em países em economia emergente conseguem se aproximar (ou alcançar) a fronteira tecnológica em constante mudança (Figueiredo, 2000). Essa taxa é medida pelo número de anos que a empresa leva para mudar de nível de capacidade tecnológica (Ariffin, 2000; Figueiredo, 2001).

Este artigo utilizará, portanto, a definição de capacidades tecnológicas de Bell e Pavitt (1993), pois a mesma é suficiente para identificar as capacidades tecnológicas acumuladas pelas próprias empresas nas dimensões técnica e organizacional. Essa mesma definição foi utilizada em outros trabalhos em países em desenvolvimento, realizados por Ariffin (2000) e Figueiredo (2003).

O modelo utilizado nesse trabalho foi adaptado de Figueiredo (2001), o qual tomou como base o modelo proposto por Bell e Pavitt (1995). Estes, por sua vez, o adaptaram de Lall (1992). Figueiredo (2001) adaptou empiricamente este modelo para auxiliar a explicação de diferenças entre empresas de aço em termos da maneira e taxa (velocidade) de acumulação de capacidade tecnológica. Em outras palavras, o modelo proposto permite identificar e medir a acumulação de capacidade tecnológica, baseado em atividades que a empresa é capaz de fazer ao longo do tempo. Além disso, é possível também fazer a distinção entre as capacidades de rotina, ou seja, as capacidades para usar ou operar certa tecnologia, e capacidades inovadoras, isto é, capacidade de adaptar e/ou desenvolver novos processos de produção, produtos, equipamentos e tecnologias.

Assim, a estrutura proposta por Bell & Pavitt é particularmente própria para descrever a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas de firmas em industrialização, pois permite identificar detalhadamente os níveis ou graus (linhas da estrutura matricial) de capacidade tecnológica para suas diferentes funções (colunas da estrutura matricial), conforme visto em Ariffin (2000) e Figueiredo (2001). Ou seja, esta estrutura proporciona a base para a descrição da trajetória de desenvolvimento tecnológico a partir dos níveis de rotina básica, até os níveis inovadores, com diferentes graus de complexidade e escopo para as várias funções tecnológicas.

Esse modelo permite ainda examinar a velocidade (ou taxa) de acumulação, isto é, o número de anos que uma empresa ou setor industrial leva para alcançar certo nível de capacidade para funções tecnológicas específicas e quanto tempo permaneceu estacionada em certo nível de capacidade tecnológica. A identificação e o exame da progressão através dos diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico são fundamentais para entender-se a dinâmica industrial de economias e regiões em desenvolvimento (Katz, 1987; Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1993, 1995). Exemplos de medições de velocidade de acumulação de capacidade tecnológica aparecem em Figueiredo (2001, 2002, 2003), enquanto que um método e sua aplicação empírica sistemática na indústria eletroeletrônica são desenvolvidos em Ariffin (2000).

A matriz de capacidades por funções tecnológicas foi adaptada com base nas estruturas utilizadas por Ariffin (2000), Marins (2005) e Figueiredo (2003) para melhor captar as características e peculiaridades da Motorola Brasil.

Tabela 1. Modelo para avaliação de capacidades tecnológicas em empresas do setor de TIC em economias em desenvolvimento

Níveis de capacidades tecnológicas	Gestão de Projetos	Engenharia e Processos de Software	Processos e Organização da Produção de Hardware	Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologias
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS ROTINEIRAS: CAPACIDADE PARA USAR/OPERAR TECNOLOGIAS OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO EXISTENTES				
Nível 1 Rotina Básica	Práticas de gestão de projetos informais. Limitada capacidade para cumprimento de prazos e orçamentos.	Processos operacionais não-formalizados (cada projeto segue um processo diferente). Práticas de engenharia de software <i>ad hoc</i> .	Manutenção básica corretiva, assistida por fornecedores de equipamentos. Simples montagem de componentes em kits SKD.	Simple replicação de especificações em processos produtivos ou produtos. Cópia de produtos desenvolvidos pela matriz ou filial.
Nível 2 Rotina Intermediária	Metodologia simplificada, aplicada às fases básicas do projeto (ex: 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.	Manutenção rotineira (preventiva e corretiva) de ferramentaria e equipamentos por pessoal próprio. Montagem de componentes CKD para posterior integração e montagem completa (ex: PCBA).	Novas aplicações para tecnologias e produtos já existentes, visando ao atendimento das necessidades pontuais da empresa ou do cliente.
Nível 3 Rotina Superior	Planejamento e coordenação formal de projetos internos de baixa complexidade. Processos de documentação de projetos incipientes.	Desenvolvimento de softwares de baixa complexidade. Processos institucionalizados de construção de software. Controle básico de versão de código-fonte.	Reparação de defeitos em equipamentos por equipe própria. Instalação e configuração operacional de equipamentos por equipe própria. Montagem de produtos miniaturizados. Certificações internacionais (ex: ISO 9000).	Capacidade de aplicar novas tecnologias a produtos já existentes (ex: Celular digital em substituição ao modelo analógico).
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS INOVADORAS: CAPACIDADE PARA MUDAR/INOVAR TECNOLOGIAS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO				
Níveis de capacidades tecnológicas	Gestão de Projetos	Engenharia e Processos de Software	Processos e Organização da Produção de Hardware	Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologias
Nível 4 Inovativo Básico	Documentação formal e padronizada das fases do projeto em base de dados. Planejamento e coordenação formal de projetos de média complexidade.	Desenvolvimento de softwares de média complexidade. Desenvolvimento de sistemas próprios de automatização de processos. A orientação das práticas operacionais são equivalentes as recomendações do CMM nível 2.	Cópia, com pequena adaptação, em projetos ou especificações de peças, componentes ou equipamentos existentes. Capacidade de implementar reengenharia de processos produtivos. Capacidade de <i>ramp-up</i> e de produção em baixa/média escala de novos produtos.	Pequenas adaptações de tecnologias já existentes. Pequenas alterações no produto que não interferem na sua funcionalidade. Definição de novas aplicações para <i>software</i> embarcado. Capacidade de desenvolver protótipos de produtos.
Nível 5 Inovativo Intermediário	Avaliação dos resultados (lições aprendidas) para melhoria do processo e gestão dos projetos. Gestão integrada de	Desenvolvimento de softwares de alta complexidade. Aprimoramento contínuo dos processos de software existentes com avanços incrementais,	Implementação completa de TPM (<i>Total Productivity Maintenance</i>). Capacidade de desenvolver a programação de máquinas SMT. Reformulação total da organização dos	Capacidade de desenvolver engenharia de produtos de forma simultânea com clientes, matriz, filial, e/ou parceiros. Capacidade de

Níveis de capacidades tecnológicas	Gestão de Projetos	Engenharia e Processos de Software	Processos e Organização da Produção de Hardware	Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologias
	todas as áreas do projeto (custo, escopo, risco, qualidade, tempo e recursos). Implementação das 'best practices' do PMBOK	novos métodos ou tecnologias. Técnicas avançadas e automatizadas de controle de versões. A orientação das práticas operacionais é equivalente às recomendações do CMM nível 3.	processos de produção. Introdução de inovações organizacionais e ferramentas complexas que permitem altas taxas de produtividade (JIT, Six-Sigma, DFM, FTY).	transformar projetos ou protótipos, em produtos comercializáveis (DFM), orientados para o mercado. Desenvolvimento de produtos voltados para o mercado local.
Nível 6 Inovativo Intermediário-superior	Gestão integrada do projeto com cenários de contingência, gestão de riscos, métricas eficientes e pontos de controle.	Desenvolvimento de ferramentas próprias de engenharia de software. Desenvolvimento de ferramentas automatizadas de inspeção de código e testes de software. A orientação das práticas operacionais são equivalentes às recomendações do CMM nível 4..	Especificações de novos equipamentos e ferramentas de alta precisão, automatizados. Desenvolvimento de soluções em software e/ou hardware para equipamentos complexos. Design e desenvolvimento de processo de produção próprio, diferenciando-se regionalmente.	Capacidade de design e desenvolvimento de produtos com clientes, matriz, filiais e /ou parceiros. Geração de <i>spillovers</i> localmente. Potencial para geração de <i>spin-offs</i> em decorrência da variedade de novos projetos tecnológicos.
Nível 7 Inovativo Avançado	Desenvolvimento de metodologia própria de gestão de projetos reconhecida como 'breakthrough'.	Integração de processamento de informações com ferramentas de outras áreas de conhecimento como Geo-posicionamento. As ferramentas de software, desenvolvidas internamente, são aplicadas internacionalmente. A orientação das práticas operacionais é equivalente às recomendações do CMM nível 5.	Design e desenvolvimento de processo de produção próprio, com a introdução de inovações complexas em equipamentos e <i>software</i> altamente sofisticados, diferenciando-se globalmente. Desenvolvimento de processos e ferramentas de testes complexos adotados pela matriz, outras filiais e empresas do setor.	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. Geração de <i>spillovers</i> em termos globais.

Fonte: Adaptado de Figueiredo (2001) e Ariffin (2000). Elaborado a partir de trabalho de campo e levando em consideração outras métricas existentes, tais como: *Capability Maturity Model - Software Engineering Institute (CMM-SEI)* e *Project Management Body of Knowledge - Project Management Institute (PMBok - PMI)*.

A Tabela 1 apresenta o modelo estruturado para empresas do setor de TIC, dispondo as funções tecnológicas em colunas, e os sete níveis de complexidade nas linhas, doravante denominados: 1 – Rotina Básica, 2 – Rotina Intermediária, 3 – Rotina Superior, 4 – Inovativo Básico, 5 – Inovativo Intermediário, 6 - Inovativo Intermediário Superior e 7 - Inovativo Avançado. Na interseção entre as funções tecnológicas e os níveis de complexidade, são descritas as atividades tipicamente exercidas por empresas do setor, que se enquadram neste nível. Apesar do modelo apresentar os níveis de capacidades de forma linear, não se deve presumir que a acumulação destas seguirá esta linearidade. Ou seja, empresas podem adquirir capacidades do nível 4, sem ter necessariamente que passar pelo nível 3, como destacam Bell e Pavitt (1995), Ariffin (2000) e Figueiredo (2003). As quatro funções tecnológicas definidas e consideradas fundamentais para o tipo da empresa analisada, com base em evidências e entrevistas prévias realizadas com profissionais da empresa em análise e especialistas do setor são: Gestão de Projetos, Engenharia e Processos de Software, Processos e Organização da Produção de Hardware e Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologias.

4. Métodos da Pesquisa

Esta pesquisa baseia-se em evidências qualitativas e quantitativas de primeira-mão colhidas por meio de extensivos e detalhados trabalhos de campo. Os trabalhos de campo foram realizados de Outubro de 2006 a Abril de 2007. O processo de coleta de evidências envolveu a realização de mais de 28 entrevistas, além de observações diretas e consultas a arquivos e documentos da empresa. Adicionalmente, após o término dos trabalhos de campo, foram obtidos 43 formulários preenchidos por profissionais selecionados na empresa. Este procedimento objetivou aprofundar as informações sobre temas específicos subjacentes a esta pesquisa.

Há várias formas de determinar a unidade de análise de uma pesquisa. Esta pode denotar o problema focalizado no estudo (Yin, 1994) ou estar ligada à explicação buscada no final do estudo (Patton, 1990). Aqui a unidade de amostra é a questão que procuramos primeiro apresentar e depois explicar, ou seja, os percursos de acumulação da capacidade tecnológica seguidos pela empresa estudada.

5. Resultados Encontrados

A pesquisa revelou que, ao longo da última década, a Motorola Brasil têm desenvolvido uma variedade de capacidades inovadoras para funções tecnológicas diversas. Essas capacidades inovadoras têm sido acumuladas com base em diversas estratégias deliberadas de aprendizagem tecnológica. O acúmulo de capacidades tecnológicas inovadoras, por sua vez, tem tido implicações positivas no próprio aprimoramento da performance inovadora na empresa pesquisada. Considerando a importância estratégica das atividades da Motorola Brasil no setor de TIC, é possível afirmar que seus esforços em inovação tecnológica contribuem para o crescimento, fortalecimento, inovação, e competitividade internacional do tecido industrial do Brasil. Os resultados dessa pesquisa, portanto, contradizem as generalizações comuns (muitas vezes negativas) sobre as atividades tecnológicas desse setor, como comentamos na Seção 2 deste artigo.

Em suma, o estudo revela como a Motorola Brasil conseguiu, ao longo dos últimos onze anos, acumular tipos e níveis de capacidade tecnológica, não apenas de rotina, mas, principalmente, para inovação (em diversas funções) e, com isso, mover-se para patamares próximos da fronteira tecnológica internacional.

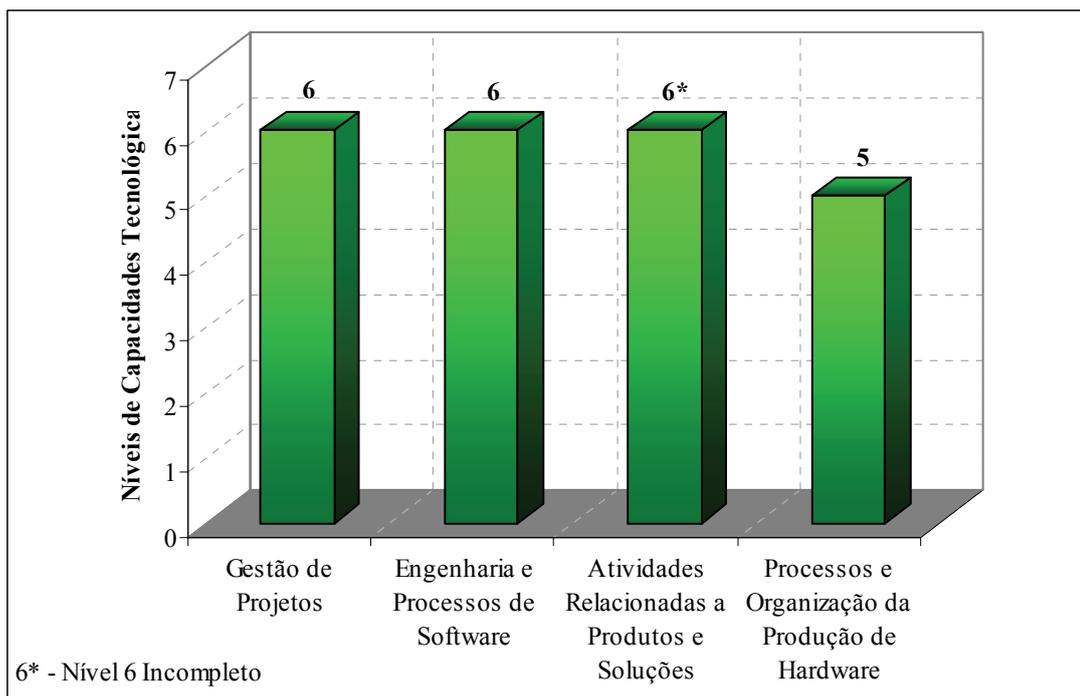
No intuito de apresentar um maior detalhamento, ainda que de forma sintética, da evolução da capacidade tecnológica na Motorola Brasil, a Seção 5.1 apresenta resultados sobre os **tipos e níveis atuais** de capacidade tecnológica na empresa (base 2006). A Seção 5.2 fornece uma perspectiva dinâmica, mostrando resultados da **direção** da acumulação de capacidade tecnológica na Motorola Brasil. Finalmente, na Seção 5.3 mostramos resultados relativos à **taxa (ou velocidade, escalas de tempo medidos em número de anos)** que a Motorola Brasil levou para alcançar cada nível em sua trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas.

5.1 Tipos e níveis atuais de capacidade tecnológica por funções técnicas específicas na Motorola Brasil: base 2006

Nesta seção apresentamos os principais resultados, de maneira estática, dos níveis atuais de capacidade tecnológica da Motorola Brasil (base 2006) utilizando-se a métrica descrita na Seção 3 e Tabela 1.

A Figura 1 a seguir resume as evidências acerca dos níveis máximos de capacidades tecnológicas da Motorola Brasil atingidas nas funções das métricas, no ano de 2006.

Figura 1. Tipos e Níveis de Capacidades Tecnológicas acumuladas pela Motorola Brasil: base 2006



Fonte: Derivado da pesquisa.

Foram encontradas evidências de que em todas as funções analisadas a Motorola Brasil adquiriu plenamente as capacidades tecnológicas de rotina. Nas funções de “Gestão de Projetos” e “Engenharia e Processos de Software” a Motorola Brasil atingiu o Nível 6 – Inovativo Intermediário Superior - de capacidade tecnológica. Na função “Produtos e Soluções” a empresa atingiu um nível intermediário entre o Nível 5 – Inovativo Intermediário e o Nível 6 – Inovativo Intermediário Superior e na função de Processos e Organização da Produção de Hardware ela atingiu o Nível 5 – Inovativo Intermediário.

O principal foco da Gestão de Projetos na Motorola Brasil é o desenvolvimento de novos produtos. Como o ciclo de desenvolvimento de novos produtos na área de telecomunicações, especialmente em telefones celulares, está cada vez mais curto, a Motorola investiu em melhoria contínua na gestão de projetos para o desenvolvimento de novos produtos. Além de utilizar práticas e metodologias definidas pela corporação, a empresa tem investido em treinamento e melhorias nessa área. Melhorias que, em alguns casos, são incorporadas pela corporação, como no caso da metodologia usada para cálculo do EVA. Quanto à função de Engenharia e Processos de Software a Motorola Brasil possui uma área específica de Engenharia de *Software* (*System Engineering*) responsável pela estruturação dos projetos de *software*. Os processos de *software* são padronizados, e seguem necessariamente os padrões definidos pela Motorola Inc. devido à natureza global e cooperativa do desenvolvimento de *software* na Motorola. A Motorola Brasil atingiu excelência a nível global em processos de testes de software dos celulares. Na função tecnológica Engenharia e Processos de Software a Motorola Brasil apresentou um dos seus grandes trunfos, que foi conseguir inovar mantendo-se dentro dos padrões utilizados pela corporação. Essa estratégia foi fundamental para que a empresa se engajasse no processo global da Motorola em inovação. Quanto às Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologias, a Motorola Brasil possui capacidade para desenvolver e produzir celulares com os ajustes necessários para atender às necessidades do mercado local e da América Latina. Além disso, a Motorola Brasil possui excelência global na área de *messaging* (SMS) e testes de *software* e de integração do *software* com o *hardware* dos celulares. A Motorola Brasil vem apresentando uma evolução significativa, seja em adaptações de produtos para o mercado brasileiro, realizadas por um grupo de engenharia regional a partir de conhecimentos adquiridos em estágios e participações em projetos globais, seja no desenvolvimento de componentes de software para os celulares, ou em processos de testes desses aparelhos. A empresa tornou-se centro de excelência nessas duas áreas, sendo incluída no *road map* de inovação tecnológica da corporação, dentro das proporções da subsidiária e do mercado brasileiro.

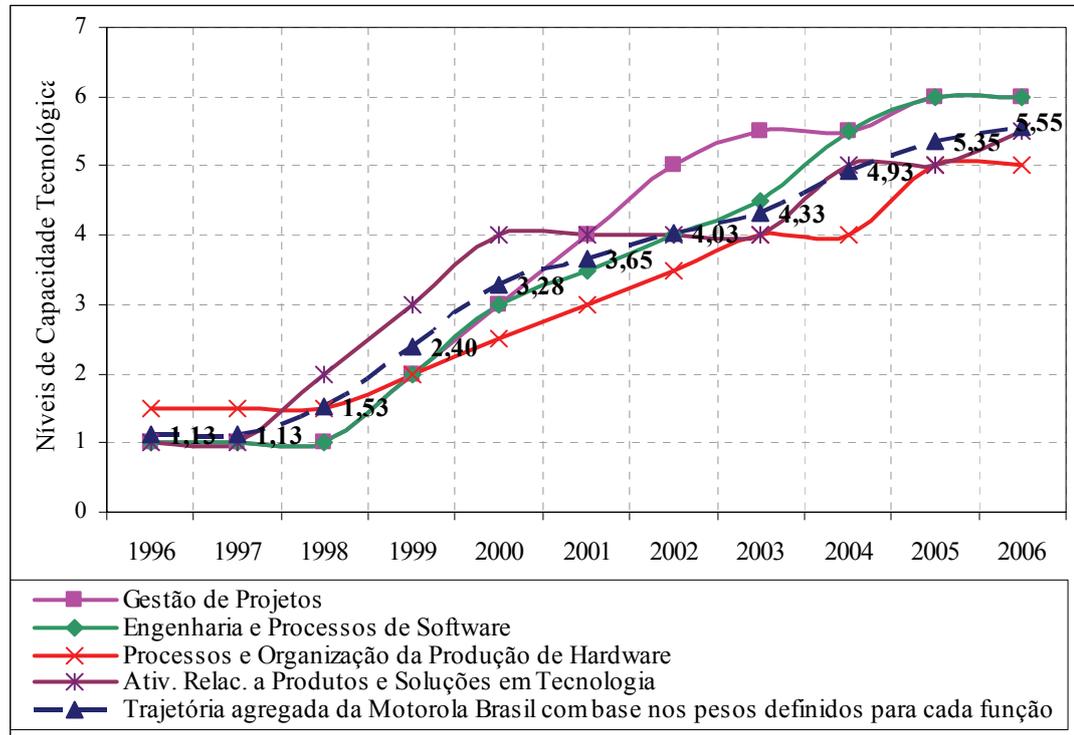
5.2 Exame da direção do desenvolvimento de capacidades tecnológicas na Motorola Brasil: 1996-2006

Examinar a **direção** é apresentar um **exame dinâmico** do comportamento da trajetória das capacidades tecnológicas da Motorola Brasil. A Figura 2 apresenta evidências da direção da trajetória de acumulação de capacidade tecnológica na Motorola Brasil.

As evidências sugerem que a Motorola Brasil, durante o período pesquisado (1996-2006), apresentou trajetória ascendente de acumulação de capacidades tecnológicas, aproximando-se da fronteira tecnológica mundial do seu setor, em áreas (funções) específicas de atuação: engenharia e processos de software e gestão de projetos. Atingiu para essas funções o Nível 6 (Inovativo Intermediário Superior) em uma escala que varia de 1 a 7. As evidências sugerem, portanto, que **capacidades inovadoras**, em diversos níveis, foram desenvolvidas em todas as funções selecionadas.

Até o ano de 2000, a função Gestão de Projetos apresentava um comportamento em termos de capacidade tecnológica acumulada inferior à média da Motorola Brasil. A partir de 2001, com o engajamento da Motorola Brasil no desenvolvimento de componentes para atender a produtos globais da empresa, essa posição se inverteu, e ao final do período analisado neste trabalho, a função Gestão de Projetos apresentou um nível de capacidade tecnológica superior ao nível agregado da empresa.

Figura 2: Trajetórias de acumulação de capacidade (à base de índices) para funções tecnológicas específicas da Motorola Brasil: 1996-2006



Fonte: Derivado da pesquisa

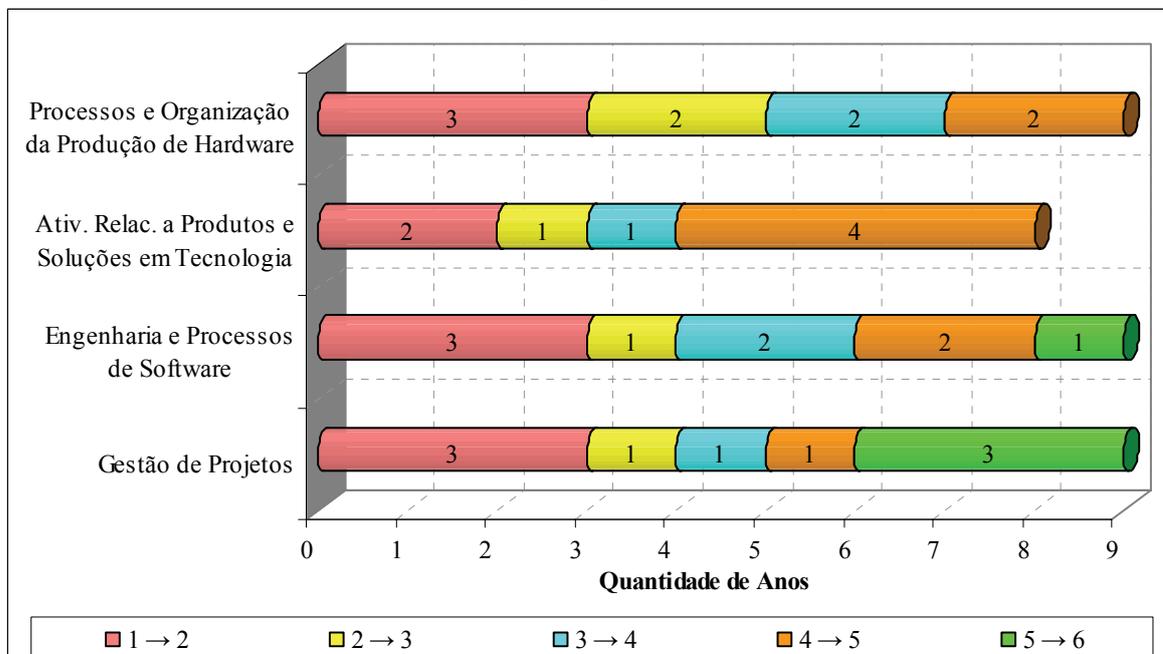
Na função Engenharia e Processos de Software a Motorola Brasil apresentou uma direção de acumulação de capacidades tecnológicas que acompanha de perto a direção das capacidades tecnológicas agregadas da empresa. Até o ano 2000 a empresa acumulou capacidades tecnológicas de rotina nessa função. A partir de 2001 a empresa acumulou capacidades inovativas, não permanecendo, em média, mais de dois anos em um único nível, superando o nível agregado da empresa nos quatro últimos anos. As evidências nesta função tecnológica refletem a estratégia da Motorola Brasil de agregar sob sua responsabilidade componentes da cadeia global de *software* da corporação, contradizendo opiniões generalizadas de que subsidiárias de empresas transnacionais em países em desenvolvimento não participam de forma efetiva de atividades inovadoras estratégicas para suas empresas-mãe. A função Produtos e Soluções apresenta uma direção na acumulação de capacidades tecnológicas próximas da direção da empresa de forma agregada. No período de 2000 a 2003, ela estaciona no nível inovativo básico por quatro anos, quando a empresa passou a fazer adaptações nos produtos globais para atender ao mercado nacional. Nesse período ela acumulou capacidades tecnológicas inovativas que a ajudaram a avançar para níveis tecnológicos mais altos no período de 2004 a 2006. Nesse período, a empresa passou a ter o domínio quase total da tecnologia envolvida nos celulares. A função Processos e Organização da Produção de Hardware iniciou com uma base tecnológica superior às demais funções. A partir de 1999 ela apresenta uma direção ascendente na acumulação de capacidades tecnológicas, atingindo o nível máximo de rotina em 2001. Existem evidências de que a empresa passou a focar nos processos de desenvolvimento de *software* em detrimento do *hardware*, em torno do ano 2001. A partir desse ano a acumulação das capacidades tecnológicas nesta função segue sempre abaixo do agregado da empresa.

Considerando que essas quatro funções correspondem às atividades sobre as quais a empresa se apóia e se desenvolve, esse alinhamento de níveis inovadores é importante para sustentar a sua performance inovadora.

5.3 Taxa (velocidade) do desenvolvimento de capacidade tecnológica na Motorola Brasil: 1996-2006

Evidências e análises relativas às escalas de tempo envolvidas no desenvolvimento de capacidade tecnológica são importantes pois fornecem aos gestores uma noção concreta sobre o tempo para materializarem os retornos, em termos de construção de capacidade tecnológica inovadora. As taxas de acumulação tecnológica são examinadas aqui por meio de duas perspectivas: (i) Tempo que a Motorola Brasil levou para mudar de níveis, por função específica, considerando níveis de capacidade tecnológica completos; (ii) Tempo de permanência da Motorola Brasil em cada nível de capacidade, por função tecnológica.

Figura 3: Tempo para mudança de nível de capacidade tecnológica da Motorola Brasil, por função específica

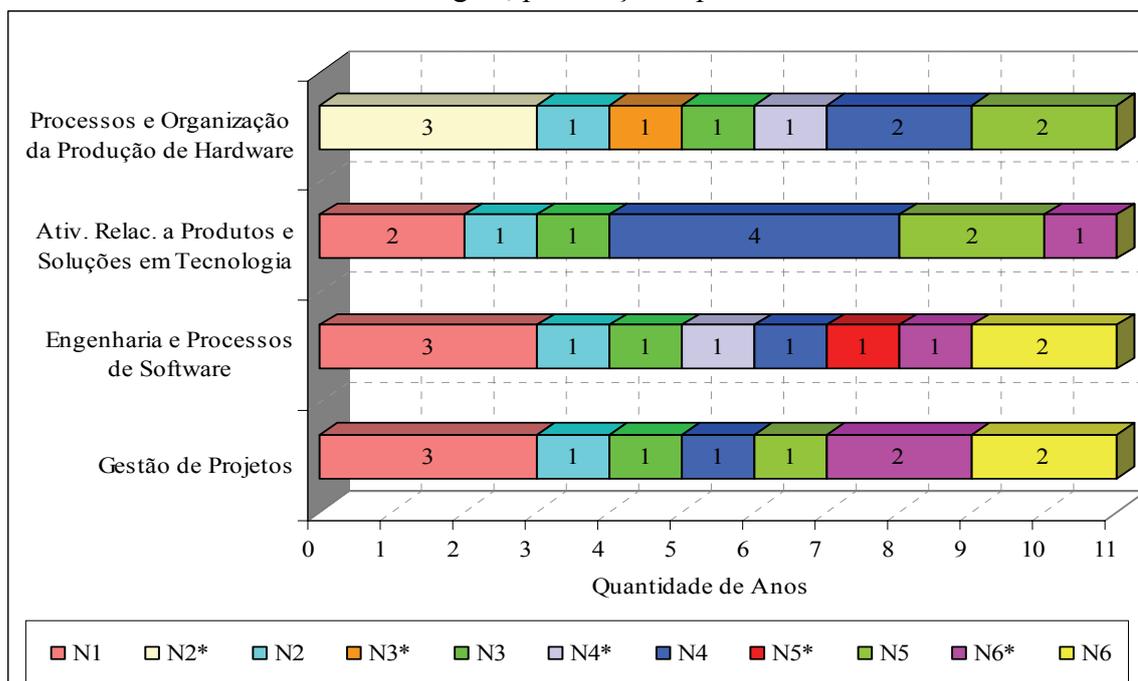


Fonte: Derivado da pesquisa

Examinando os tempos de transição em que a Motorola Brasil moveu-se do Nível 1 para os demais níveis de capacidade tecnológica (Figura 3), verifica-se que a função que apresentou o maior tempo para passar de um nível a outro foi Atividades Relacionadas a Produtos e Soluções em Tecnologia. Essa função levou quatro anos para passar do Nível Inovativo Básico para o Nível Inovativo Intermediário. Em contra-partida essa função foi a primeira a passar dos níveis de rotina para os níveis de inovação, com as adaptações e customizações realizadas nos produtos para o mercado local. A função Engenharia e Processos de Software foi a que levou menos tempo para passar do Nível 5 Inovativo Intermediário ao Nível 6 Inovativo Intermediário Superior. Isso corrobora as evidências de que a Motorola Brasil tem um foco muito forte nessa área. Essa estratégia acelera a acumulação de capacidades tecnológicas na função.

Analisando em termos de velocidade de acumulação de capacidade tecnológica, foi verificado que a Motorola Brasil levou nove anos para sair do seu nível mais baixo de capacidade para atingir o nível mais alto, correspondendo ao nível no último ano do período pesquisado, o ano de 2006; e apenas 5,5 anos em média para alcançar o primeiro nível inovativo. A partir desses dados deduz-se que a empresa ficou em média 5,5 anos em atividades de rotina e apenas 3,5 anos em média para galgar os níveis inovativos até o nível máximo alcançado. Isso significa que ela ficou pouco tempo estacionada em cada nível de capacidade tecnológica. De fato, a Motorola Brasil não ficou em média mais de dois anos em um único nível de capacidade tecnológica. Ou seja, a empresa apresentou um ritmo acelerado de acumulação de capacidade tecnológica.

Figura 4: Tempo de permanência da Motorola Brasil, em cada nível de capacidade tecnológica, por função específica



Fonte: Derivado da pesquisa

Nota: * significa nível incompleto

A Figura 4 mostra quanto tempo a Motorola Brasil ficou estacionada em níveis específicos de capacidade para cada uma das funções tecnológicas aqui examinadas. Podemos observar que as funções Produtos e Soluções e Gestão de Projetos foram as que ficaram menos tempo estacionadas em níveis de rotina. Esse comportamento se modifica quando examinamos os níveis inovativos. A função Produtos e Soluções ficou durante quatro anos estacionada no Nível 4, Inovativo Básico. Ou seja, após acumular capacidades tecnológicas suficientes para gerar pequenas adaptações nos produtos e soluções, a Motorola Brasil desacelerou o acúmulo de capacidades tecnológicas nesta função. Nos últimos três anos do período pesquisado ela voltou a investir no aprendizado, quando passou a ser responsável pela área de CDMA da corporação, atingindo o nível seguinte dentro da métrica utilizada neste trabalho. A função Engenharia e Processos de Software apresentou um processo de acumulação de capacidades tecnológicas mais homogêneo, atingindo o nível máximo dois anos antes do ano final do período analisado. As evidências comprovam que houve uma estratégia deliberada de acúmulo de capacidades tecnológicas nesta área, apoiada nos incentivos da Lei de Informática, e nas oportunidades abertas pela corporação para a criação de um centro de excelência em testes e *messaging*. A função Gestão de Projetos, pela sua característica de

apoio às demais funções, apresentou um comportamento semelhante ao da função Engenharia e Processos de *Software*, porém atingindo os níveis antecipadamente aos dessa função. Essas aceleração e antecipação de acúmulo de capacidades tecnológicas em gestão de projetos foram fundamentais para o crescimento, em termos de complexidade, das demais funções.

6. Conclusões e Implicações

As evidências da pesquisa mostraram que a Motorola Brasil a partir do final dos anos 1990 engajou-se em um processo de acumulação de capacidades inovadoras para funções tecnológicas diversas. Com estratégias deliberadas de aprendizagem tecnológica e o subsídio da Lei de Informática, a empresa conseguiu a autonomia necessária para desenvolver capacidades tecnológicas e competir por um lugar de destaque dentro do grupo internacional da Motorola, nas atividades de desenvolvimento de produtos e soluções regionais e globais, o que vem de encontro a algumas teorias acadêmicas de que não há inovação em subsidiárias de empresas transnacionais localizadas em países em desenvolvimento.

Os resultados obtidos pela Motorola Brasil são fruto de uma combinação entre iniciativa local, os recursos advindos da lei de Informática e a pré-disposição da Motorola Inc. em apoiar as atividades de pesquisa no Brasil. Segundo Cantwell e Mudambi (2005) essa combinação é responsável pelo desenvolvimento de capacidades tecnológicas em subsidiárias de ETNs.

Com inovações incrementais (Hobday, 1996) a Motorola Brasil atingiu níveis de excelência em testes de software, tornando-se responsável pelos testes para todo o grupo Motorola. Foi também através de inovações incrementais que a empresa passou a ser o centro de excelência em “messaging” de forma global.

Esse estudo identificou diferenças entre funções tecnológicas, em termos de tipos e níveis de capacidades tecnológicas, direção e velocidade de sua acumulação. A identificação e análise dessas diferenças no processo de desenvolvimento tecnológico podem ajudar na definição de estratégias corporativas e governamentais orientadas para crescimento industrial e fortalecimento de competitividade internacional de setores estratégicos para a economia brasileira.

Essas nuances no processo de acumulação de capacidades tecnológicas só foram percebidas em virtude da estratégia da pesquisa, que não usa como base os indicadores convencionais de inovação como número de patentes, gastos em P&D e gastos com qualificação dos recursos humanos. Esses indicadores não são adequados para medir a acumulação de capacidades tecnológicas em países em desenvolvimento (Ariffin, 2000; Bell & Pavit, 1993; Figueiredo, 2001, 2002).

Os principais desafios para a Motorola Brasil, daqui em diante e a partir de um horizonte 2020, são os de sustentar, aprofundar e renovar as capacidades tecnológicas inovadoras (as de Níveis 5 e 6). Para isso é preciso alterar as estratégias de aprendizagem (fontes para a construção de inovação). Como a Motorola Brasil encontra-se próxima da fronteira tecnológica internacional, a sua preocupação daqui em diante não é mais como construir ou acumular capacidades tecnológicas, mas como se mover nessa fronteira internacional do conhecimento e no interior da Motorola Inc. Isto, por sua vez, demanda estratégias diferenciadas de inovação. O desenho e a maneira de implementação de tais estratégias de inovação terão impacto no aprimoramento e/ou sustentação de sua performance inovadora.

Ou seja, a mera continuidade das estratégias de inovação existentes não conduzirá ao aumento e/ou fortalecimento de capacidades tecnológicas inovadoras. Ao contrário, “**confiar no sucesso atual**” e insistir em “**fazer mais do mesmo**”, podem gerar patologias que podem levar ao enfraquecimento gradual das capacidades inovadoras (“rigidez organizacional/corporativa) conquistadas até aqui e, conseqüentemente, deterioração de performance competitiva. Conseqüentemente, isto poderia conduzir a um enfraquecimento de suas capacidades tecnológicas inovadoras até agora conquistadas.

Especificamente podemos dizer que a sustentação e aprimoramento da performance competitiva da Motorola Brasil, mais precisamente, da sua performance inovadora, nos anos e década seguinte, especialmente sob uma perspectiva de 2020, estarão fortemente condicionadas pela 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, 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.

Referências Bibliográficas

- AMSDEN, A. H., TSCHANG, F.T. *A new approach to assessing the technological complexity of different categories of R&D (with examples from Singapor’*. Research Policy, 2002. Vol. 32.
- ARIFFIN, N. *The internationalisation of innovative capabilities: the Malaysian electronics industry*. Unpublished doctoral dissertation. Brighton: SPRU/University of Sussex, 2000.
- ARIFFIN, N. & BELL, M. *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 (Eds), *Industrial technology development in Malaysia*, 1999. Pg. 150-190.
- ARIFFIN, N. & FIGUEIREDO, P.N. *Internationalisation of innovative capabilities: counter-evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil*. Oxford Development Studies, 2004. Vol 32 (4), pg. 559-583.
- BELL, M. *Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries*, in K. King and M. Fransman (eds.), *Technological Capability in the Third World*, London: Macmillan, 1984. Pg. 187-209.
- BELL, M. & PAVITT, K. *Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries*, *Industrial and corporate change*, 2(2), 1993. Pg. 157-211.
- BELL, M. & PAVITT, K. *The development of technological capabilities*, In: I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank, 1995. Pg. 69-101.
- CANTWELL, J. & MUDAMBI, R. *MNE Competence-Creating Subsidiary Mandates*. Strategic Management Journal, 2005. Vol 26. Pg. 1109-1128.
- CASSIOLATO, J. & LASTRES, H. *Inovação, Globalização e as Novas Políticas de desenvolvimento Industrial e Tecnológico*. Nota Técnica do Projeto Globalização e Inovação Localizada: Experiências de Sistemas Locais no Âmbito do mercosul e proposições de Políticas de C&T. IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1998.
- CONSONI, F. & QUADROS, R. *From adaptation to complete vehicle design: a case study of product development capabilities in a carmaker in Brazil*. International Journal of Technology Management, 2006. Vol. 36(1-3). Pg. 91-107.

- DAHLMAN, C. & WESTPHAL, L.E. *Technological effort in industrial development – an interpretative survey in recent survey*. In: F. Stewart and J. James (eds.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*. London: Francis Pinter, 1982. Pg. 105-137.
- FIGUEIREDO, P.N., *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham: Edward Elgar, 2001.
- FIGUEIREDO, P. N. *Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement*. *Research Policy*, 2002. Vol 31, pg. 73-94.
- FIGUEIREDO, P.N. *Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel*. *Industrial and Corporate Change*, 2003. Vol. 12, n. 3, pp. 607-643.
- FIGUEIREDO, P. N. *Industrial Policy Changes and Firm-level Technological Capability Development: Evidence from Northern Brazil*. *World Development*, doi:10.1016/j.worlddev.2007.02.009.
- GHOSHAL, S. & BARTLETT, C. *Creation, Adoption, and Diffusion of Innovations by subsidiaries of Multinational Corporations*. *Journal of International Business Studies*, Fall 1988.
- HOBDAY, M. *Innovation in South-East Asia: lessons for Europe?* *Research Policy*, 1996. Vol.36 Issue 9.
- HOBDAY, M. & RUSH, H. *Upgrading the technological capabilities of foreign transnational subsidiaries in developing countries: The case of electronics in Thailand* In: *Management Decision*, 2007. Vol.34 Issue 9.
- KATZ, J. (ed.) *Technology generation in latin american manufacturing industries*, London: Macmillan, 1987.
- LALL, S. *Learning to industrialise: the acquisition of technological capability by India*. London: Macmillan, 1987.
- LALL, S. *Technological capabilities and industrialisation*. *World Development* 20(2): 165-86, February, 1992.
- MANSFIELD, E., TEECE, D. & ROMEO, A. *Overseas research and development by US-based firms*, *Economica*, May, 1979. Vol. 46, p. 187-196.
- MARINS, L. M. *Globalização de Competências Tecnológicas Inovadoras no Contexto de Industrialização Recente: Evidências de uma Amostra de Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Tecnologia de Informação (TIC) e Comunicação no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Administração pública) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE). Fundação Getulio Vargas (FGV), Rio de Janeiro, 2005.
- NARULA, R. & ZANFEI, A. *Globalization of Innovation: The role of multinational enterprises*. In: *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, 2005. Pg. 318-345.
- PATEL, P. *Localised production of technology for global markets*. *Cambridge Journal of Economics*, Oxford, 1995. N.19, p.141-53.
- PATTON, M.Q. *Qualitative evaluation and research methods*, 2nd ed. Newbury Park. California: Sage, 1990.
- PAVITT, K. *Key characteristics of the large innovating firm*. *British Journal of Management*, 1991. Vol 2, 41-50.
- TACLA, C.L. & FIGUEIREDO, P.N. *The dynamics of technological learning inside the latecomer firm: evidence from the capital goods industry in Brazil*. *International Journal of Technology Management*, 2006. Vol. 36 (1-3), 62-90.
- YIN, R.K. (1994) 'Case study research – design and methods'. *Applied Social Research Methods Series*, vol.5. 2ª edição. USA: Sage Publications.