

MARIELE CRISTIANE BOM

**O PROCESSO DE CATCHING-UP VIA MULTINACIONAIS EM PAÍSES EM
DESENVOLVIMENTO: O CASO DA TECNOLOGIA BRASILEIRA DOS
MOTORES FLEX**

**Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas, Setor de Ciências Sociais
Aplicadas, Universidade Federal do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. Fábio Dória Scatolin

Curitiba – PR

2006

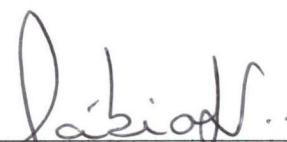
TERMO DE APROVAÇÃO

MARIELE CRISTIANE BOM

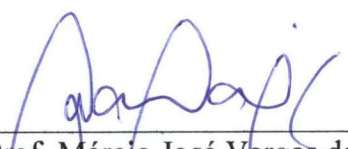
O PROCESSO DE CATCHING-UP VIA MULTINACIONAIS EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: O CASO DA TECNOLOGIA BRASILEIRA DOS MOTORES FLEX

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel no
Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas,
Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

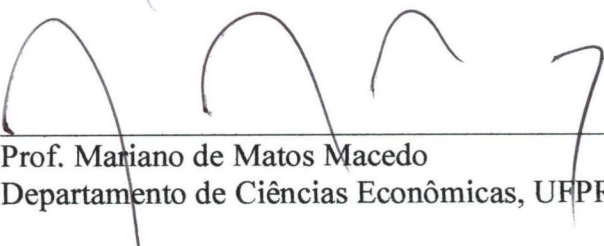
Orientador:



Prof. Dr. Fábio Dória Scatolin
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR



Prof. Márcio José Vargas da Cruz
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR



Prof. Mariano de Matos Macedo
Departamento de Ciências Econômicas, UFPR

Curitiba, 27 de novembro de 2006

AGRADECIMENTOS

Agradecer é um gesto muito difícil, pois mesmo quando acreditamos que mencionamos o nome de todas as pessoas que nos ajudaram, percebemos que por um deslize pessoas importantes deixaram de ser citadas.

Por isso, gostaria de registrar aqui os meus agradecimentos a todas as pessoas que me apoiaram e me incentivaram no desenvolvimento desse trabalho e ao longo desses quatro anos de estudo. Agradeço de modo especial a minha família, sobretudo meus pais Maria Elidia e Airton, e minha irmã Markeli, por terem me dado todo o apoio, incentivo e atenção para que eu pudesse concluir este curso de graduação.

Agradeço também a todos os professores legais e competentes pela atenção, competência e assistência prestada aos alunos no decorrer das aulas, em especial: ao meu orientador Prof. Dr. Fábio Dória Scatolin, ao Prof. Dr. Divonzir Lopes Belloto, ao Prof. Dr. Nilson Maciel de Paula, ao Prof. Dr. Paulo Mello Garcia e a uma professora que mesmo não estando mais presente na universidade jamais será esquecida, a Prof. Suely Simões Alves Pinto.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
LISTA DE SIGLAS	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITOS BÁSICOS.....	6
2.1 O CATCH-UP TECNOLÓGICO: DETERMINANTES DO SUCESSO TECNOLÓGICO PARA A INTRODUÇÃO DE INOVAÇÕES	6
2.1.1 Competitividade da Indústria: Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas.....	10
2.2 MODALIDADES E ESTRATÉGIAS DE CATCH-UP: OS FATORES CRÍTICOS PARA A CONCRETIZAÇÃO DO PROCESSO DE CATCH-UP	14
2.2.1 O Fator Conhecimento	14
2.2.2 O Grau de Abertura da Economia.....	16
2.2.3 O Sistema Financeiro	17
2.2.4 Sistema Político e Governança	17
2.3 O CATCH-UP VIA IMITAÇÃO: DA CÓPIA OU IMITAÇÃO À INOVAÇÃO	19
2.4 SISTEMA LOCAL DE INOVAÇÃO E O CATCH-UP TECNOLÓGICO	22
2.4.1 Sistema de Inovação.....	22
2.4.1.1 Fatores indutores de um SI	24
2.4.1.2 Componentes de um SI.....	24
2.4.1.3 Subsistemas de um sistema de inovação	25
2.4.1.4 Funções de um sistema de inovação	26
2.5 APRENDIZADO TECNOLÓGICO: O CONHECIMENTO E A CAPACITAÇÃO COMO INDUTORES DO DESENVOLVIMENTO E DO CATCH-UP	29
2.5.1 Spill-over ou Transbordamentos: Vias de Acesso ao Conhecimento para Países Menos Desenvolvidos	34
3 ESTUDO DE CASO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-ANALÍTICA SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DO BRASIL: O PRIMEIRO E O SEGUNDO CATCHING-UP BRASILEIRO, O SISTEMA DE INOVAÇÃO BRASILEIROS E A TECNOLOGIA BRASILEIRA DOS MOTORES FLEX	38
3.1 AS EXPERIÊNCIAS DO BRASIL: O PRIMEIRO E O SEGUNDO CATCHING-UP BRASILEIRO	38

3.2	SISTEMA DE INOVAÇÃO: O BRASIL NO CONTEXTO ATUAL E PERSPECTIVAS.....	41
3.3	TECNOLOGIA FLEX: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA DOS MOTORES FLEX, PELAS MULTINACIONAIS BOSCH E MAGNETI MARELLI INSTALADAS NO BRASIL	46
3.3.1	TECNOLOGIA FLEX: A ATUAÇÃO DAS MULTINACIONAIS BOSCH E MAGNETI MARELLI NO DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA FLEX.....	47
4	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE SIGLAS

APL – Arranjos Produtivos Locais

C&T – Ciência e Tecnologia

IDE – Investimentos Direto Estrangeiros

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

SI – Sistema de Inovação

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNIDO – UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

(União dos Países e Organizações para o Desenvolvimento Industrial)

RESUMO

O desenvolvimento industrial e tecnológico de um país é um processo condicionado à capacidade que suas indústrias têm de introduzirem inovações tecnológicas. É a presença de inovações que dita o ritmo de crescimento e de desenvolvimento econômico de um país, assim como possibilita a mensuração da distância tecnológica em relação aos países desenvolvidos. Neste contexto, define-se catch-up como sendo o processo pelo qual um país em desenvolvimento, diminui a fronteira tecnológica que o separa dos países avançados. Presume-se que esta redução pode ser verificada a partir da introdução de inovações tecnológicas pelas indústrias aí instaladas, as quais são possíveis mediante a participação dos profissionais qualificados detentores do conhecimento e capacitação acumulados por elas empregados. O objetivo desse trabalho é analisar as estratégias e modalidades de catch-up que podem ser adotadas por um país emergente, para diminuir a fronteira tecnológica que o afasta dos países desenvolvidos. O foco é o catch-up via multinacionais analisado através do estudo de caso da tecnologia brasileira dos motores flex, desenvolvida por engenheiros brasileiros em duas multinacionais sediadas no Brasil: a Bosch e a Magneti Marelli. Para tanto, enfatiza-se a importância do aprendizado e capacitação da mão-de-obra empregada, bem como a existência de um Sistema de Inovação atuante no país.

Palavras-chave: Catch-up, Inovação, Sistema de Inovação Brasileiro, Tecnologia Flex.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem sido constante atribuir-se o crescimento econômico experimentado pelos países asiáticos de industrialização recente, ao sucesso alcançado pelos mesmos no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico e à introdução de inovações por suas indústrias. Nesses países, isso foi possível, em função dos investimentos direcionados a fatores de peso para o desenvolvimento de novas tecnologias, destacando-se o aprendizado, a capacitação da mão-de-obra e a presença de um Sistema de Inovação local atuante e desenvolvido.

O avanço dos países de industrialização recente com a produção de inovações tecnológicas, fez com que crescesse o interesse em se detectar os fatores e mecanismos pelos quais os países em desenvolvimento poderiam reduzir a fronteira tecnológica que os separa dos países avançados, ou seja, o catch-up tecnológico. Tal processo está bastante condicionado à presença de trabalhadores capacitados e qualificados e também à dotação do conhecimento acumulado ao longo das trajetórias tecnológicas seguidas por suas indústrias. Essas características, tornam possível a produção e a introdução de inovações tecnológicas nos mercados dos países que buscam atingir o catch-up.

A imitação e a cópia podem ser classificadas como modalidades de catch-up. No entanto, para que o processo de catch-up se concretize é necessário que os profissionais dos países menos avançados, sejam capazes de aprender a técnica utilizada nos países de origem desses produtos, para então introduzi-la em seus países e iniciar a produção própria do novo produto inicialmente copiado.

Neste contexto, insere-se a presença dos spill-over ou transbordamentos de conhecimentos que ocorrem entre os trabalhadores dos países avançados com aqueles dos países em desenvolvimento, e que são uma importante via de acesso ao aprendizado para os países menos desenvolvidos. Também aqui merece destaque, o papel desempenhado pelo Sistema de Inovação do país, o qual uma vez atuante com todos os elementos e instituições que o integram, possibilita a introdução de inovações tecnológicas pelas indústrias instaladas no território do país. O Brasil falha neste

questo, já que é caracterizado por ser um país que não apresenta um Sistema Nacional de Inovação ativo.

Apesar de apresentar condições propícias ao desenvolvimento industrial e tecnológico, o Brasil ainda ocupa uma posição bastante inferior àquela ocupada pelos países mais avançados. Em termos de competitividade o Brasil ocupa a 51ª posição, apesar de ser classificado como a 14ª economia mundial (LOURES, R. C. R. da, 2006). Esses números, podem ser atribuídos em parte a herança deixada pelo período de substituição de importações, caracterizado pela intensiva importação de tecnologia, por pequenos gastos em C&T (Ciência e Tecnologia) e em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e pela reduzida participação das empresas privadas, já que a maioria dos gastos em P&D eram realizados por institutos de pesquisa e universidades públicas e por laboratórios de pesquisa situados dentro de empresas públicas. Ressalta-se que durante esse período, o treinamento dos recursos humanos era atribuído sobretudo a atuação das universidades públicas.

Entre 1968 e 1980, formou-se o sistema local de inovação graças aos esforços empreendidos pelo setor público. No entanto, um dos pontos fracos detectados neste período foi que a maioria das tecnologias adquiridas já eram tecnologias maduras. A crença vigente à época era que a capacitação necessária para utilizar e operar essas tecnologias, poderia ser facilmente contraída através do treinamento em rotinas básicas. Não havia empenho nas atividades relacionadas à acumulação da capacidade necessária para gerar novas tecnologias, principalmente nos setores que sofriam proteção. Isso acabava por contribuir para isolar as empresas dos resultados de mudanças surgidas no campo internacional da economia. Havia na economia brasileira uma certa estagnação na geração de tecnologia. No entanto, isso não impediu que houvesse crescimento econômico durante o período referido.

A abertura comercial dos anos 90, trouxe grandes transformações estruturais na economia, dado o acirramento da concorrência dos bens e dos serviços importados, os quais ameaçavam a perda de competitividade das indústrias brasileiras. Essas, devido a falta de estímulos ao desenvolvimento das capacidades inovativas, continuavam produzindo produtos destinados a atender o mercado local, onde a

demanda era suprida com produtos padronizados, pouco diversificados e de baixo conteúdo tecnológico. Em décadas passadas, o pouco estímulo ao desenvolvimento da tecnologia e da inovação constatados no Brasil, ocorreu devido à falta de estratégias concorrenciais a serem introduzidas pelas indústrias brasileiras. O cenário presenciado à época era a enxurrada de produtos importados diferenciados e com elevado conteúdo tecnológico advindos de países desenvolvidos. Enquanto as indústrias brasileiras continuavam com a produção padrão, o desenvolvimento de novos produtos e processos nos países avançados fluía continuamente.

Por isso, a cooperação entre as universidades e os centros de pesquisa com as indústrias inovadoras, principalmente no fornecimento do pessoal qualificado empregado nos projetos da inovação é fator chave no desenvolvimento de inovações tecnológicas, já que a maior parte da Pesquisa e Desenvolvimento realizados no Brasil, ainda são atribuídos sobretudo às universidades públicas. As empresas, teoricamente deveriam ser as grandes investidoras em P&D, já que conhecem o mercado e possuem informações sobre as tendências das demandas dos consumidores. No entanto, seus investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento são ínfimos. Todos esses fatores dificultam o avanço do catch-up tecnológico no país. Diante disso, percebe-se a importância da existência de um Sistema de Inovação atuante, pois há outros atores e instituições envolvidos além das universidades e centros de pesquisa, com funções e atribuições diferentes e que serão apresentadas em uma seção particular desse trabalho.

Contudo, apesar das deficiências existentes no Brasil quanto aos determinantes do catch-up tecnológico, ainda assim é possível verificar a presença de empresas realizando inovações. Embora seja caracterizado como um país de pouco sucesso no desenvolvimento tecnológico, as empresas e indústrias tanto brasileiras quanto estrangeiras aqui instaladas, têm investido fortemente em medidas para promover o catch-up tecnológico. O fato positivo é que algumas dessas empresas devido aos seus esforços empreendidos já conseguiram alcançar seu objetivo e realizar o catch-up tecnológico. Um exemplo característico, foi o sucesso da tecnologia brasileira dos motores flex, que contou com a participação de duas empresas multinacionais instaladas no Brasil.

O objetivo desse estudo é analisar as modalidades e estratégias de catch-up que podem ser adotadas pelas economias emergentes para superarem o atraso tecnológico que impera sobre elas. Para tanto, foi realizado um estudo de caso sobre o desenvolvimento da tecnologia brasileira dos motores flex, criada por engenheiros brasileiros empregados em duas multinacionais sediadas no Brasil, a Bosch e Magneti Marelli. O foco do estudo de caso é exemplificar como é possível o catch-up via IDE (Investimentos Direto Estrangeiros) através de multinacionais.

Além desta modalidade de catch-up também são analisados neste trabalho, o catch-up via imitação das tecnologias empregadas nos países avançados e o catch-up via imigração do pessoal capacitado e qualificado advindo dos países desenvolvidos.

Este trabalho está constituído além desta introdução e da conclusão por dois capítulos. O segundo capítulo, trata da parte teórica do trabalho e nele são abordadas as principais teorias e conceitos relacionados ao estudo em questão. Primeiramente, são analisados os determinantes do sucesso tecnológico para a introdução de inovações e para o avanço do catch-up tecnológico. Além dos principais conceitos e teorias, são analisadas as estratégias e as modalidades de catching-up que podem ser adotadas por um país, tratando de especificar os fatores críticos necessários à concretização desse processo. A partir do relatório da UNIDO, 2005, é apresentada a definição e a estrutura de um SI (Sistema de Inovação). Também é feito um relato sobre os fatores indutores de um SI, os componentes de um SI, os subsistemas de um sistema de inovação e as funções de um Sistema de Inovação. É apresentada a importância do conhecimento em conjunto com a capacitação dos recursos humanos de um país para o processo de catch-up. Nesse capítulo, ainda são abordados os diferentes tipos de conhecimento, assim como os meios pelos quais esse conhecimento pode ser introduzido nas indústrias de um país, para aprimorar o capital humano necessário ao desenvolvimento de inovações e novas tecnologias de produtos e de processos.

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso. Inicialmente é feita uma abordagem histórico-analítica do primeiro e do segundo catch-up brasileiro. Em seguida, é feita uma análise sobre a situação atual e as perspectivas do Sistema de Inovação brasileiro, suas falhas e algumas medidas que poderiam ser adotadas no país

para corrigi-las. Essas medidas foram sugeridas, a partir de relatos de experiências bem-sucedidas de alguns países estrangeiros que as introduziram em suas economias. Ainda neste capítulo é analisada a introdução de inovações e o desenvolvimento de novas tecnologias em países em desenvolvimento, mais especificamente o catch-up via multinacionais, cujo foco é a tecnologia dos motores flex desenvolvida em multinacionais no Brasil. É feita uma abordagem, sobre a criação desta tecnologia pelas duas multinacionais envolvidas, já que a idéia que originou a tecnologia flex foi atribuída a multinacional alemã Bosch, porém coube a italiana Magneti Marelli a iniciativa de aplicar a tecnologia e comercializá-la. Neste contexto, é exposto o papel das multinacionais como indutoras do processo de catch-up nos países emergentes, no caso o Brasil. Também é feita uma análise sobre os determinantes do sucesso desta inovação que envolveu a atuação das duas multinacionais aqui instaladas.

Finalmente, na conclusão são destacadas as principais idéias do trabalho, ou seja, a partir do estudo de caso da tecnologia são analisados com base no referencial teórico, os fatores chave que estiveram envolvidos no desenvolvimento e no sucesso da tecnologia flex.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITOS BÁSICOS

O desenvolvimento econômico e social de um país não pode ser considerado um processo separado do desenvolvimento industrial decorrente do acúmulo e geração de tecnologias e inovações. Esse processo, está intimamente relacionado ao alcance do desenvolvimento tecnológico buscado pelas indústrias locais, as quais tomam como parâmetro, o sucesso tecnológico e a introdução de inovações dos países avançados.

Por isso, o ganho de competitividade verificado em uma nação é em grande parte atribuído à presença de trabalhadores capacitados, pois são eles os responsáveis pela produção de inovações, já que são os detentores do conhecimento e das idéias desenvolvidas pelo contínuo aprendizado. Neste capítulo teórico, é analisado o catch-up tecnológico. São enfatizadas as estratégias e as modalidades de catching-up que podem ser adotadas por um país, para desenvolver inovações tecnológicas e permitir às suas indústrias o ganho de competitividade e o sucesso industrial atingido pelas indústrias das nações avançadas. Neste ponto, destaca-se a caracterização e análise dos fatores críticos necessários à concretização do processo de catch-up. A presença do Sistema de Inovação e a dotação do aprendizado, também estão envolvidos neste processo e ambos são tratados em seções particulares deste capítulo.

2.1 O CATCH-UP TECNOLÓGICO: DETERMINANTES DO SUCESSO TECNOLÓGICO PARA A INTRODUÇÃO DE INOVAÇÕES

Nos últimos anos, tem crescido a preocupação dos países em desenvolvimento em adotar estratégias e mecanismos que permitam às suas indústrias atingir o sucesso competitivo verificado nos países avançados. Neste contexto, a abordagem sobre o catch-up tecnológico moldada nas experiências dos países avançados, apresenta as alternativas que podem ser utilizadas pelas empresas e indústrias dos países em desenvolvimento, para que possam superar seu atraso tecnológico e ganhar competitividade frente à potenciais concorrentes estrangeiros.

Para que haja inovação em produtos ou em processos é necessário o insumo principal que é o conhecimento. A partir do aprendizado adquirido, tem-se o processo

de capacitação técnica por meio da qual profissionais qualificados e treinados tem a possibilidade de produzir inovações¹. Estas podem ser classificadas como inovações radicais e inovações incrementais. As primeiras aparecem de forma independente à tecnologia existente. Em muitos casos, as inovações radicais surgem em decorrência da busca de soluções para problemas técnicos apresentados pela tecnologia empregada. Como exemplos de inovações radicais, destaca-se: a energia elétrica, a biotecnologia e a microeletrônica. Já as inovações incrementais, estão relacionadas à modificação de uma tecnologia já existente. Correspondem as adições ou melhorias parciais a técnicas existentes e só têm sentido ao se juntarem a estas. Um exemplo característico de inovação incremental, refere-se aos constantes aperfeiçoamentos que são feitos no setor da microinformática, com o desenvolvimento de softwares cada vez melhores e mais rápidos.

Segundo a literatura especializada, o catch-up é o processo pelo qual um país menos avançado no desenvolvimento de inovações e tecnologias, ao empregar determinadas estratégias, alcança os países mais avançados no desenvolvimento tecnológico, diminuindo a fronteira tecnológica que os separa. Em outras palavras, catch-up é a diminuição da fronteira tecnológica existente entre países menos desenvolvidos com os países mais desenvolvidos em termos tecnológicos. De acordo com NELSON², citado por (UNIDO, 2005, p. 5), “Catching-up não é apenas o caso direto de adotar estratégias ou imitar as tecnologias ou instituições dos países avançados.” O sucesso alcançado por um país em sua trajetória de catch-up é notadamente atribuído a velocidade com que se adquire e se acumula novos conhecimentos e capacitações. No entanto, apesar desta afirmação, especialistas na área de desenvolvimento industrial tem enfocado a dificuldade de se determinar com precisão os fatores que mais influenciam no sucesso econômico de países de baixa e média renda e no catch-up com as economias mais desenvolvidas.

O novo padrão de comércio internacional, força os países a considerarem a influência do grau de liberdade da economia, para o desenvolvimento da indústria a

¹ A definição de inovação utilizada nesse trabalho, refere-se a introdução de um novo produto ou processo, algo diferente daquilo anteriormente produzido.

² NELSON, R. R. **The Changing Institutional Requirements for Technological and Economic for Catch Up**, unpublished mimeo, 2003.

partir das inovações tecnológicas. Porém, o sucesso das economias menos desenvolvidas para o catch-up com as mais desenvolvidas e para a competitividade, segundo (UNIDO, 2005), não pode ser dado apenas por incentivos de mercado ou por políticas macroeconômicas estabelecidas. Além da estabilidade macroeconômica, da taxa de juros e do bom funcionamento dos mercados financeiros, outros fatores devem ser considerados. Dentre estes, destaca-se a presença de políticas específicas que não são monitoradas pela Organização do Comércio Mundial, e que tem o papel de priorizar a constituição de capacidades locais, envolvendo os subsistemas de governo, de conhecimento, de negócios e de políticas públicas.

Segundo UNIDO (2005), a diversidade cultural, geográfica e as considerações setoriais devem ser consideradas na análise dos determinantes do sucesso econômico para o catch-up e para o desenvolvimento dos países. A construção da capacidade doméstica através do aprimoramento do conhecimento, é um fator crucial para o desenvolvimento de tecnologias e inovações, bem como para seu acesso e sua utilização. Uma vez construída a capacidade doméstica, pode-se a partir dela adaptar tecnologias industriais, políticas e instituições para diferentes ambientes econômicos.

A existência de instituições públicas criadas para conduzir a pesquisa industrial, fornecer serviços para as indústrias e facilitar o acesso do país ao conhecimento científico e tecnológico, mediante sua participação em redes internacionais de competência em ciência e engenharia favorece a produção de inovações. No entanto, a burocracia existente nos países menos desenvolvidos, como o Brasil, dificulta o avanço tecnológico e desestimula a produção de inovações. Gastos em P&D são realizados e as pesquisas são planejadas para serem realizadas com materiais específicos importados dos países avançados. No entanto, esses materiais acabam se deteriorando e tem de ser inutilizados devido à demora em sua liberação pelas autoridades competentes.

Conforme (UNIDO, 2005, p. 3), experiências passadas de catch-up mostraram que nos países onde ocorreu esse processo, havia a disponibilidade de uma variedade de mecanismos institucionais dando suporte à acumulação de capacidades

tecnológicas. Dentre estes mecanismos institucionais, destacam-se: as corporações multinacionais, a proteção doméstica da indústria nascente enquanto assegura-se o acesso à tecnologia através de licenças e ainda a imigração de pessoal qualificado para garantir a rápida disseminação do conhecimento tecnológico.

Convém ressaltar que em cada país, foram adotados mecanismos institucionais considerados os mais eficientes para a sua realidade. No entanto, dentre os países que tiveram sucesso nas experiências passadas de catch-up, verificou-se a presença de algumas características comuns, apesar de muitas vezes serem observados mecanismos institucionais distintos. Uma dessas características comuns refere-se ao rápido aumento no nível de educação com grande ênfase na educação superior em ciência e engenharia. Outra, foi a criação de instituições públicas para conduzir a pesquisa industrial e fornecer serviços as firmas industriais. Finalmente, uma outra característica em comum refere-se aos importantes benefícios obtidos pelo ilimitado acesso ao conhecimento científico e tecnológico, através da participação em redes internacionais de capacitação em ciência e engenharia.

O acúmulo de capacidades tecnológicas, com grande ênfase na dotação do conhecimento doméstico é essencial para a performance econômica nacional e para o avanço do catch-up. Cada país apresenta diferentes taxas de acumulação de capacidades tecnológicas e diferentes níveis de aprendizado. Para estreitar essa diferença que existe entre os países, faz-se necessário haver a rápida acumulação de capacidades tecnológicas e a valorização de mecanismos de acesso ao conhecimento. Para tanto, deve-se verificar o funcionamento conjunto de três variáveis que caracterizam as capacidades sociais: o conhecimento, a estrutura financeira e a ação governamental. Estas variáveis são positivamente e significativamente associadas com o nível de desenvolvimento de um país e portanto também interferem de modo positivo ou negativo para o avanço do processo de catch-up dos países. A importância em se valorizar as capacidades sociais é atribuída sobretudo ao fato dessas terem o conhecimento como uma de suas variáveis características. (UNIDO, 2005, p. 16)

O aprendizado coletivo envolvendo firmas isoladas e em níveis mais agregados é uma característica fundamental para a construção das competências

domésticas. De fato, a participação efetiva das firmas nos benefícios resultantes da geração de tecnologias é amplamente dada pela atuação de fatores que estão fora do campo de atuação das empresas individuais. O ambiente institucional no qual a firma opera, estabelece os incentivos e as oportunidades para a empresa e isso dificulta o domínio da capacitação necessária pela firma isolada. (UNIDO, 2005, p. 4)

Segundo o relatório, em mercados relevantes existe a intervenção de alguns fatores externos destacando-se os incentivos para a inovação e para o acesso a várias formas de recursos, os quais envolvem os recursos financeiros e os recursos para construção de habilidade e conhecimento. Por trás desses fatores, estão envolvidas a atuação e a capacidade de múltiplas organizações, incluindo as fornecedoras de recursos (insumos), as instituições educacionais e de treinamento, as organizações de pesquisa, as instituições financeiras, as agências reguladoras e as fornecedoras de serviços especializados. Portanto, o processo de construção de competências não pode ser analisado somente ao nível da firma individual, mas sobretudo em caráter sistêmico.

A próxima seção trata a questão da competitividade da indústria e a teoria das trajetórias tecnológicas e dos paradigmas tecnológicos.

2.1.1 Competitividade da Indústria: Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas

Segundo COSTA e ARRUDA (1999, p. 191), “A competitividade é definida como a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam ampliar e conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”. No atual processo de globalização, o que determina a competitividade e o desenvolvimento de países, regiões, empresas é a presença de inovações e de conhecimento. “As capacitações das empresas, em termos de produção e uso do conhecimento, têm cada vez mais um papel central, na sua competitividade.” (CASSIOLATO; LASTRES, 2000, p. 237).

Neste contexto, apresenta-se a teoria desenvolvida pelos autores neo-shumpeterianos, chamados de evolucionistas, a qual expõe a conceituação das

trajetórias tecnológicas e dos paradigmas tecnológicos. Estes autores, defendiam que o processo competitivo de uma empresa, estava condicionado à compreensão destes dois conceitos, os quais possibilitavam o entendimento da dinâmica das inovações e dos ganhos de competitividade resultantes do processo. (ROVERE, 2006, p. 290) Naquela época, a dúvida que imperava sobre os estudiosos da teoria econômica convencional, referia-se ao fato de não se saber se o progresso técnico era determinado pela oferta “(...) principalmente através da dinâmica de inovações determinada pelo avanço do conhecimento científico e pelas atividades de P&D industriais (technology-push); ou pelo lado da demanda através das preferências indicadas pelos consumidores (demand-pull).” (ibid., p. 286)

Com isso, os autores neo-shumpeterianos procuraram mostrar que o progresso técnico dependia do desenvolvimento de inovações, as quais por sua vez dependiam de fatores institucionais e da natureza do setor em que elas eram geradas ou adotadas, demonstrando que a separação entre a oferta e a demanda não era totalmente válida. Segundo estes autores, a adoção de inovações depende do ambiente competitivo onde a empresa atua, o qual é um ambiente seletivo, já que as decisões tomadas pela empresa dependem:

(...) da taxa de lucros praticada no ramo industrial no qual ela se situa, das condições de investimento e das condições de imitação das inovações. (...) características institucionais como o financiamento às atividades de P&D e a estrutura de indústria, afetam as condições de geração e adoção das inovações. (...) assim a existência de um processo de feedback constante na atividade inovadora anula a divisão de seus determinantes em fatores de oferta e demanda. (id.)

Conforme ROVERE (2006, p. 286), a abordagem dos autores neo-shumpeterianos encarrega-se de demonstrar que o progresso técnico afeta o processo de crescimento econômico ao inserir modificações que alteram as estratégias produtivas das empresas, as quais “(...) são condicionadas tanto por aspectos internos, inerentes ao avanço do conhecimento tecnológico adotado, gerando trajetórias e paradigmas tecnológicos; quanto por aspectos externos, que configuram o entorno econômico, social e político do progresso técnico (...)” Sendo assim, as atividades inovadoras abrangem um alto grau de incerteza, e não são condicionadas apenas às

atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, já que dependem das experiências adquiridas e acumuladas por profissionais e também pelas empresas. O que determina “a adoção e difusão de tecnologias é a capacidade de percepção dos agentes econômicos das possíveis alternativas tecnológicas e seu potencial de desenvolvimento.” (ibid., p. 287)

De acordo com DOSI³ citado por (ROVERE, 2006, p. 288), define-se paradigma tecnológico “como um “modelo” ou um “padrão” de soluções de um conjunto de problemas de ordem técnica, selecionado a partir de princípios e das práticas produtivas.” Sendo assim, a produção de conhecimento tecnológico está relacionada com o conceito de paradigma tecnológico. Este define as direções de mudanças tecnológicas que devem ser seguidas por uma empresa e também aquelas que devem ser abandonadas a partir de escolhas técnicas e econômicas a serem feitas pela mesma, dependendo das características do setor e do ambiente institucional no qual ela opera. O paradigma tecnológico está relacionado com a escolha do melhor procedimento dentre as várias alternativas de desenvolvimento tecnológico para a solução de um problema específico constatado na empresa. Isto remete ao conceito de trajetórias tecnológicas, as quais segundo DOSI citado por ROVERE (2006, p. 288), são definidas como “uma atividade “normal” de solução de problemas técnicos , recorrente dos padrões produtivos determinados pelo paradigma tecnológico.”

Conforme NELSON e WINTER⁴, citado por (ROVERE, 2006, p. 288), “ a trajetória tecnológica é a direção tomada pelo desenvolvimento tecnológico, uma vez que as firmas escolhem determinadas tecnologias visando a obtenção de lucros.” O ambiente competitivo no qual as firmas operam, faz com que elas com o intuito de organizarem suas atividades, adotem determinadas estratégias e rotinas que acabarão sendo imitadas por outras organizações, podendo vir a tornar-se as estratégias ou rotinas predominantes. Assim, “ o conceito de paradigma tecnológico foi desenvolvido para entender a geração e adoção de inovações, o conceito de trajetória tecnológica refere-se muito mais à difusão de inovações.”(ibid., p.289)

³ DOSI, G. **Technological Paradigms and Technological Trajectories**. Research Policy 11, 1982.

⁴ NELSON, R. & WINTER, S. **In Search of Useful Theory of Innovation**. Research Policy 6, 1977.

Deste modo, a formação de redes industriais que possibilitam a proximidade e a cooperação de indústrias com atividades correlatas, tem sido uma das maneiras encontradas pelas indústrias nacionais para enfrentar a concorrência internacional e desenvolver produtos de qualidade, já que é possível o constante intercâmbio de informações e conhecimentos entre as mesmas. Conforme CASSIOLATO e LASTRES (2000, p. 238), “A integração funcional e a montagem de redes têm oferecido vantagens às empresas na busca de rapidez no processo inovativo. A flexibilidade, interdisciplinaridade e fertilização cruzada de idéias ao nível administrativo e laborial são importantes elementos do sucesso competitivo das empresas.”

No caso brasileiro, a vantagem competitiva tem sido fundamentada através da credibilidade nos arranjos produtivos locais (APL's). A visão positiva delegada aos APL's, advém do fato de que aí são reunidas empresas, universidades, institutos de pesquisa e instituições financeiras especializadas e que resultam numa rede de inovações. No Brasil, a problemática para se atingir o catch-up gira em torno da falta de um Sistema Nacional de Inovações ativo que auxilie as empresas na introdução de novas técnicas de produção e no desenvolvimento de novos produtos. O desenvolvimento de um país e o desenvolvimento tecnológico com a introdução de inovações, só são possíveis a partir do momento em que há o domínio da técnica e das condições institucionais básicas necessárias para a sua ocorrência. Dentre estas, pode-se citar como exemplo, as condições de infra-estrutura técnica e produtiva, o sistema de ensino e aprendizado, as políticas industriais e públicas que devem ser aprimoradas para possibilitar tanto o desenvolvimento da indústria, quanto o desenvolvimento da tecnologia a ser implantada.

Segundo o relatório (UNIDO, 2005), são apresentados cinco fatores críticos para o processo de catch-up nos países, fatores esses que explicam cerca de 76,7%⁵ da inovação tecnológica desenvolvida. O conhecimento, o grau de abertura da economia, o sistema financeiro, a governança e o sistema político são classificados como os

⁵ Este dado foi obtido a partir da análise de multivariáveis realizada no relatório (UNIDO, 2005).

fatores chaves para a concretização do catch-up. Estes fatores são caracterizados e analisados na próxima seção desse trabalho.

2.2 MODALIDADES E ESTRATÉGIAS DE CATCH-UP: OS FATORES CRÍTICOS PARA A CONCRETIZAÇÃO DO PROCESSO DE CATCH-UP

Conforme tratado nas seções anteriores, o desenvolvimento da capacitação dos profissionais domésticos constitui um fator chave para o sucesso econômico e tecnológico de um país. O conhecimento é fundamental para o catch-up, sendo que a acumulação da capacidade tecnológica pode ser aumentada, através de quatro canais de transferência da tecnologia presentes ao longo das fronteiras dos países e que são analisados pela literatura. Segundo UNIDO (2005, p. 13), “a imigração, as licenças de propriedade, o comércio e os investimentos direto estrangeiros”, constituem importantes vias de aquisição e acesso de novas idéias, novos conhecimentos e novas tecnologias.

A expressão anteriormente citada, canais de transferência da tecnologia, é empregada pelo fato de que é por meio deles que se adquire o conhecimento e o aprendizado necessários ao desenvolvimento da técnica a ser empregada na produção. O catch-up entendido como sendo a diminuição da fronteira tecnológica que separa os países em desenvolvimento daqueles desenvolvidos, pode ser atingido através desses meios. No entanto, para que haja a concretização desse processo, faz-se necessário a presença e atuação eficaz de cinco fatores: o conhecimento, o grau de abertura da economia, o sistema financeiro, a governança e o sistema político.

2.2.1 O Fator Conhecimento

Conforme UNIDO (2005, p.13), a abordagem sobre o catch-up tecnológico enfatiza que o fator conhecimento apresenta forte relação com a criação, uso e transmissão de inovações. A valorização das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, o acesso à Publicações Científicas, a Infra-estrutura Científica e Tecnológica disponível, a conquista das Certificações ISO 9000 e os investimentos em

Educação são considerados importantes meios de aquisição e aprimoramento do conhecimento.

A capacidade tecnológica de um país pode ser medida através das atividades relacionadas com a absorção, disseminação e criação do conhecimento tecnológico pelos setores público e privado. No âmbito interno desses setores, mede-se o aumento do conhecimento através dos gastos realizados em Pesquisa e Desenvolvimento que são alocados para o desenvolvimento de novos produtos ou processos. Na esfera externa, o aumento do conhecimento é avaliado pelo número de patentes registradas, as quais medem a atividade inventiva. Ainda nesta esfera, é possível medir a qualidade da base científica dos países de acordo com a quantidade de artigos publicados em jornais científicos e tecnológicos. (id.)

O eficaz desenvolvimento da infra-estrutura científica e tecnológica é condição necessária para que a nova tecnologia seja bem sucedida e produza retornos positivos. Pode-se avaliar três indicadores de disseminação e acesso à fontes científicas e tecnológicas na economia. São eles: o número de computadores pessoais, o número de usuários da Internet e de assinantes de telefonia fixa/móvel. Outro importante aspecto da infra-estrutura do conhecimento diz respeito aos padrões de qualidade, os quais são avaliados pela obtenção dos certificados ISO 9000 que são caracterizados por serem os melhores indicadores deste quesito. Os padrões de qualidade exigem que os países estejam constantemente atualizados e capacitados para poder adequar os seus produtos de acordo com as exigências das agências reguladoras. (id.)

Com relação aos investimentos em educação são avaliados o número de anos de escolarização, a taxa professor-aluno na educação primária e a expectativa de vida ao nascer. Esses indicadores são analisados para refletir a qualidade da educação e medir o horizonte de tempo destinado ao investimento individual em educação, ou seja, os anos que se passa na escola. Complementando o que foi exposto, também deve-se considerar a taxa de pessoas que completam o ensino médio e ingressam na educação superior. (id.)

Conforme discutido anteriormente, o catch-up tecnológico é atribuído sobretudo ao acúmulo de conhecimento e à capacitação dos recursos humanos do país. Estudos comprovam que o desenvolvimento e o nível de renda de um país, apresentam forte ligação com o estoque de conhecimento. Países que apresentam baixos níveis de desenvolvimento e renda inicial, podem sinalizar um grande potencial para atingir o catch-up e apresentar crescimento econômico ao longo dos anos. O domínio tecnológico de um país pode ser mantido até que a tecnologia atinja sua maturidade. A partir daí, se não forem introduzidas inovações ou aprimoramentos nas técnicas já empregadas, aquele que antes era dominante, começa a perder posição e aquele que era subdesenvolvido em termos de inovação e tecnologia, começa a apresentar taxas de crescimento maiores do que as apresentadas por países tecnologicamente avançados. No entanto, o forte potencial dos países avançados para o catching-up tecnológico pode ser atribuído ao fato deles disporem de melhores sistemas financeiros e maior acúmulo de conhecimento, em comparação aos menos avançados. (UNIDO, 2005)

2.2.2 O Grau de Abertura da Economia

A abertura da economia mostra forte relação com a importação de mercadorias, com a entrada de investimentos direto estrangeiros marcada pela vinda das multinacionais e com a imigração de pessoal qualificado advindo de países avançados. Associa-se este fator com os aspectos relacionados a disseminação das tecnologias de telecomunicações avaliadas em conjunto com os padrões de qualidade internacional (ISO 9000). (UNIDO, 2005)

A vinda das empresas multinacionais através dos investimentos direto estrangeiros, possibilita que muitos profissionais qualificados imigrem para os países sede, encaminhados pelas matrizes situadas nos países centrais para dar treinamento e suporte aos trabalhadores das filiais dessas empresas. As atividades de P&D em determinadas circunstâncias podem ser aquecidas por esse processo, já que as atividades das filiais dessas empresas são impulsionadas pelo melhor ambiente

econômico, por maiores incentivos fiscais e financeiros e pelos melhores recursos e suporte político disponíveis. Inicialmente, a técnica utilizada na produção continua sendo aquela desenvolvida nos países de origem destas, porém a tendência é que essa técnica seja aprimorada através da cooperação que se estabelece entre as matrizes estrangeiras com os laboratórios, institutos de pesquisa e universidades do país sede. Essa é uma importante modalidade de catch-up, pois permite que haja o intercâmbio de técnicas, idéias e conhecimentos entre profissionais nacionais e profissionais estrangeiros. (id.)

O sucesso da China nos últimos anos em termos de crescimento econômico, juntamente com o processo de abertura da economia, possibilitou que muitas empresas estrangeiras instalassem filiais nesse país via investimentos direto estrangeiros. Atraídas pelo aquecimento econômico, essas empresas ao empregarem a mão-de-obra barata disponível no país, acabaram por transferir para os chineses o aprendizado e o conhecimento necessários a produção de seus produtos. Aliado a isso, o governo chinês tem investido maciçamente na educação e ensino de seus cidadãos, o que contribui tanto para o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas trazidas por outros países, quanto para o desenvolvimento de técnicas próprias. Com isso, a China vive hoje a situação de avanço e crescimento com o desenvolvimento freqüente de inovações, principalmente na microeletrônica e informática. (LAHÓZ, 2005)

2.2.3 O Sistema Financeiro

O Sistema Financeiro apresenta grande relação com os aspectos globais da capitalização do mercado, taxas de risco de empréstimos e acesso ao crédito. A principal função atribuída ao Sistema Financeiro tem sido a mobilização de recursos financeiros com o intuito de proporcionar o avanço do processo de catch-up nos países. Este aspecto tem sido constatado, sobretudo através do montante de crédito destinado ao setor privado da economia.(UNIDO, 2005, p. 13)

2.2.4 Sistema Político e Governança

Os dois últimos fatores, Sistema Político e Governança, focam suas estratégias nos resultados da inovação. Conforme (UNIDO, 2005 p. 14), a importância das instituições, da governança e das políticas de incentivos direcionadas a criação e difusão do conhecimento e inovações, não tem sido muito transparente nos países analisados no relatório. Os aspectos destacados e que estão relacionados com os dois fatores em questão, dizem respeito aos direitos humanos e direitos políticos, ao funcionamento do sistema legal, a proteção dos direitos de propriedade intelectual, ao grau de corrupção da economia, a burocracia, a regulação e as medidas de padronização. A Governança e o Sistema Político são fatores estritamente relacionados e de alguma forma também estão envolvidos com outras variáveis tais como as relacionadas ao capital humano, a infra-estrutura e ao ambiente de investimentos. (ibid., p. 15)

A aquisição da tecnologia, pode ser favorecida quando o governo fornece incentivos fiscais às indústrias multinacionais que estão em fase de implantação em um país. A contrapartida advinda da diminuição de impostos é o surgimento de oportunidades de emprego para a mão-de-obra local, sendo um importante meio para que os recursos humanos aprendam a técnica aplicada por essas empresas, já que essas são consideradas mundialmente como líderes na criação de inovações e na produção de produtos diferenciados. A formação de “joint-ventures” com as firmas que detém a tecnologia e o licenciamento direto de patentes estimula o desenvolvimento da capacitação necessária à introdução e ao desenvolvimento de inovações. (ALBUQUERQUE, 2006)

O processo de introdução de inovações tecnológicas envolve a atuação dos instrumentos de propriedade industrial e intelectual – como as patentes, marcas e direitos autorais – que atuam com o intuito de permitir à empresa que introduziu a inovação, ou ao proprietário da idéia que resultou na inovação, a apropriação dos ganhos extraordinários proporcionados pela comercialização do novo produto. O monopólio temporário da inovação que proporciona esse fluxo de ganhos é essencial para que a inovação ocorra. Neste contexto, a apropriabilidade no sentido da

apropriação dos ganhos ocasionados pela inovação, produz maior estímulo ao desenvolvimento e introdução de inovações, quanto maior for a lucratividade proporcionada pela inovação inicial. (id.)

Na próxima seção desse trabalho é apresentado o catch-up via cópia ou imitação. É feita uma caracterização dos diferentes tipos de imitação ou cópia que podem ser adotados, bem como a classificação e definição de cópia legal e ilegal.

2.3 O CATCH-UP VIA IMITAÇÃO: DA CÓPIA OU IMITAÇÃO À INOVAÇÃO

A cópia e a imitação são vias importantes para a introdução de inovações e para o desenvolvimento de tecnologias nos países menos avançados. Pode-se classificá-las como modalidades de catch-up para que estes países diminuam o gargalo que os separa daqueles tecnologicamente mais avançados. Quando o assunto é imitação ou cópia de produtos, acredita-se que trata-se de algo ilegal. No entanto, a “imitação não significa necessariamente uma cópia ou um clone ilegal de produtos estrangeiros; ela pode também ser legal, não envolvendo violações de patentes ou pirataria de Know-how registrado.” (KIM; NELSON, 2005, p. 14) A cópia ou a imitação de tecnologias advindas de países mais avançados, constituem apenas a primeira etapa de uma sucessão de fases e processos que deverão se suceder para ter como resultado final um novo produto ou novo processo. Para que isso aconteça, é primordial que o país conte com um suporte de trabalhadores capacitados e treinados, integrantes do time de engenheiros e cientistas, os quais coloquem em prática as idéias e projetos construídos em cooperação com profissionais e instituições de outros países.

Segundo KIM e NELSON (2005, p. 14), as “imitações vão da cópia ilegal de produtos populares a produtos novos verdadeiramente inovadores e apenas inspirados por algum espécime precursor.” SCHNAAR⁶ citado por KIM e NELSON (2005, p. 14), apresentou uma classificação para os diferentes tipos de imitação, as quais são categorizadas em falsificações ou produtos piratas, cópias baratas de produtos caros ou clones, cópias de design, adaptações criativas, saltos tecnológicos e adaptações para

⁶ SCHNAAR, S. P. **Managing Imitation Strategy: How later Entrants Seize Markets from Pioneers**. New York: Free Press, 1994.

outros tipos de indústria. Cada um desses tipos apresenta características que lhes são peculiares e que portanto servem para diferenciar um tipo de imitação do outro.

Nem toda imitação significa a produção de algo ilegal ou que infringe a lei. Dos casos anteriores, a cópia barata ou clone trata-se de uma imitação legal que ocorre quando há ausência ou expiração da patente, direito autoral ou marca registrada. Apesar de copiar o produto original rigorosamente, muitas vezes resulta em produtos com qualidades superiores a do original, os quais são vendidos com marca própria e a preços bem inferiores àqueles cobrados pelo produto original. (ibid., p. 15) Já a falsificação, além de constituir uma cópia ilegal, resulta em produtos que embora sejam vendidos com a mesma marca do original, apresentam qualidade bem inferior àquele.

Apesar da imitação duplicativa não oferecer vantagens competitivas para o imitador, quando tratar-se de uma imitação legal, constitui-se em uma forte estratégia de industrialização inicial para países em desenvolvimento. A imitação criativa e a inovação são requisitos essenciais não só para a atualização das indústrias instaladas nesses países, mas também para confrontar com as novas indústrias dos países avançados. (id.) “As cópias de design, a adaptação criativa, o salto tecnológico e a adaptação para outro tipo de indústria são imitações criativas.” (ibid., p. 16)

Conforme KIM e NELSON (2005, p. 16),

A adaptação criativa é inovadora no sentido de que se inspira em produtos existentes, mas diferentes desses produtos. O salto tecnológico pode beneficiar um ingressante tardio, quando o recém-chegado obtém acesso a uma tecnologia mais nova e a utiliza com uma compreensão mais exata do mercado em crescimento do que aquela do inovador original. As adaptações para outros tipos de indústria ilustram a transferência de inovações de um ramo industrial para outro.

A imitação criativa é caracterizada pela geração de produtos que apesar de serem imitativos apresentam novas características de desempenho, as quais podem ser até melhores e envolverem custos de produção menores do que os exigidos para o original. Esses novos produtos, exigem a ocorrência de investimentos significativos em P&D e como consequência verifica-se o envolvimento de um aprendizado considerável. (id.) É sabido que a inovação e o desenvolvimento tecnológico são

fatores de longo prazo e que portanto não podem ser alcançados de imediato. Produtos simples não exigem altos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e geralmente envolvem um baixo nível de aprendizado, já que novos conhecimentos não precisam ser gerados pelas empresas. No entanto, o desenvolvimento tecnológico e inovativo de um país é caracterizado pela capacidade que esse país tem de desenvolver e introduzir no mercado produtos inovativos e complexos. Para que isso seja possível e para que os países menos avançados passem de imitadores a criativos efetivos e a inovadores, faz-se necessário a ocorrência intensiva das atividades de P&D no interior das organizações e também a participação dessas indústrias em alianças globais, com o intuito de demonstrarem seus interesses em fazer parte do time de países industrialmente e tecnologicamente avançados. (ibid., p. 17)

Contudo, apesar da cópia de produtos criados nos países desenvolvidos não ser o único meio de se atingir o catch-up, por meio dela é possível aprimorar o conhecimento e a construção da capacidade doméstica necessária à produção de inovações. Com a imitação, novas idéias vão surgindo e sendo incorporadas nos produtos, fazendo com que o que antes era apenas imitado ou copiado, agora seja considerado algo novo, diferente e o mais importante seja aceito no mercado. Para tanto, é necessário que seja desenvolvido nacionalmente ou localmente o aprendizado e a capacitação dos trabalhadores domésticos.

Com relação as economias em desenvolvimento, questiona-se como é possível passar da imitação à inovação nesses países. Há diversos fatores e atores envolvidos por trás deste processo. Assim, como a inovação e o desenvolvimento tecnológico são atribuídos notadamente ao conhecimento, ao domínio e desenvolvimento local da técnica empregada, vê-se a importância de haver o investimento em educação e em ciência e tecnologia em um país. Na próxima seção é apresentada de forma detalhada a estrutura de um sistema de inovação, seus componentes, sub-sistemas e funções.

2.4 SISTEMA LOCAL DE INOVAÇÃO E O CATCH-UP TECNOLÓGICO⁷

Nesta seção é apresentado a partir do capítulo seis do relatório (UNIDO, 2005), a definição e a estrutura de um SI (Sistema de Inovação). Também são analisados os fatores indutores de um SI, os componentes de um SI, os sub-sistemas de um sistema de inovação e as funções de um Sistema de Inovação.

2.4.1 Sistema de Inovação

Conforme UNIDO, define-se Sistema de Inovação como sendo os sistemas ou redes de interação entre os agentes, instituições e organizações públicas e privadas que estão envolvidos no processo de mudança e dinâmica tecnológica e que atuam em nível macro e microeconômico. CASSIOLATO e LASTRES (2000, p. 247), definem Sistema Nacional de Inovação, “ (...) como o conjunto de instituições distintas que conjuntamente e individualmente contribuem para o desenvolvimento e difusão de tecnologias. Tal noção envolve, portanto, não apenas empresas mas, principalmente, instituições de ensino e pesquisa, de financiamento, governo, etc.”

Sendo assim de acordo com as definições de Sistema Nacional de Inovação apresentadas, a introdução de inovações faz parte de um complexo processo que exige a colaboração e envolvimento de vários atores. Não deixa de ser um processo social e envolvidos em sua criação há tanto fatores tangíveis, como a estrutura física da indústria, quanto fatores intangíveis, como o conhecimento.

O QUADRO 1, elaborado a partir da figura 6.1 apresentada no relatório da (UNIDO, 2005, p. 68), mostra de forma esquemática as quatro dimensões de um Sistema de Inovação, discriminando em cada uma delas os componentes envolvidos no processo de desenvolvimento de inovações, bem como as políticas de nível macro e microeconômico relacionadas.

⁷ Esta seção foi desenvolvida com base no relatório da UNIDO: **Industrial Development Report 2005**.

QUADRO 1 – SISTEMA DE INOVAÇÃO: FATORES INDUTORES, COMPONENTES, SUB-SISTEMAS E FUNÇÕES DO SI

ESTRUTURA E COMPONENTES – AGENTES PÚBLICOS/PRIVADOS E GOVERNANÇA POLÍTICAS PÚBLICAS			
FATORES INDUTORES	COMPONENTES	SUB-SISTEMAS	FUNÇÕES
Vantagens Naturais (Abundância e Dotação de Recursos); Especialidades Próprias (Conhecimento, Habilidade); Mudanças das Tecnologias, dos Mercados e das Condições Regulatórias.	Setor de Negócios;	<i>SUB-SISTEMA DE CONHECIMENTO</i>	Pesquisa;
	Estrutura de Suporte;	Universidades;	Experiências Empreendedoras;
	Instituições e Mercados;	Laboratórios de Pesquisa;	Formação de Mercado;
	União, Redes e Interações;	Instituições de Treinamento;	Legitimação;
	Estrutura Cultural e Social.	Agências de Padronização;	Mobilização de Recursos;
		Agências de Extensão Tecnológica;	Externalidades Positivas;
		Associações Profissionais e Técnicas.	Difusão e desenvolvimento do conhecimento.
		<i>SUB-SISTEMA DE INOVAÇÃO DOS NEGÓCIOS</i>	
		Pequenas e Médias Empresas Inovativas;	
		Redes de Inovação;	
	Conglomerados de Instituições de Educação Superior;		
	Firmas Empreendedoras;		
	Capital de Risco;		
	Financiamento à Inovação.		
INCENTIVOS POLÍTICOS			
Monetário	Fiscal	Externo	Comércio Concorrência Direitos de Propriedade Intelectual
POLÍTICAS MACROECONÔMICAS			POLÍTICAS MICROECONÔMICAS

FONTE: UNIDO

NOTA: Extraído e traduzido de UNIDO: **Industrial Development Report 2005**, p. 68

Conforme o QUADRO 1, esses sistemas são formados pela interação e ação coordenada existente entre universidades, institutos de pesquisa, empresas, instituições financeiras e órgãos governamentais de políticas públicas, com o objetivo de promover

o sucesso da performance tecnológica de um país. De acordo com UNIDO (2005, p. 68), pode-se distinguir quatro dimensões de um sistema de inovação. A primeira está relacionada com as condições de origem ou as vantagens naturais de um país para a introdução de inovações, ao passo que as três últimas relacionam-se aos elementos envolvidos no processo de transformação da inovação, ou seja, além do conhecimento são destacados os fatores envolvidos no processo de evolução da inovação.

2.4.1.1 Fatores indutores de um SI

Os fatores relacionados à origem de um SI, dizem respeito a posse de vantagens naturais marcada pela dotação favorável de recursos naturais específicos e pela proximidade geográfica de um setor ou ramo de atividade com mercados chave. As experiências e habilidades acumuladas na indústria, possibilitam a vantagem de manter o domínio do conhecimento e capacitação em atividades específicas, uma vez que as mudanças na tecnologia, nos mercados e nas políticas regulatórias praticadas, dão forma e condições a novas oportunidades de negócios. (id.)

2.4.1.2 Componentes de um SI

Dentre os componentes de um Sistema de Inovação, destacam-se o setor de negócios, o suporte à infra-estrutura, as instituições e os mercados relacionados, as redes de negócios e suas interações e também a estrutura social e cultural do país onde será implantado o SI.

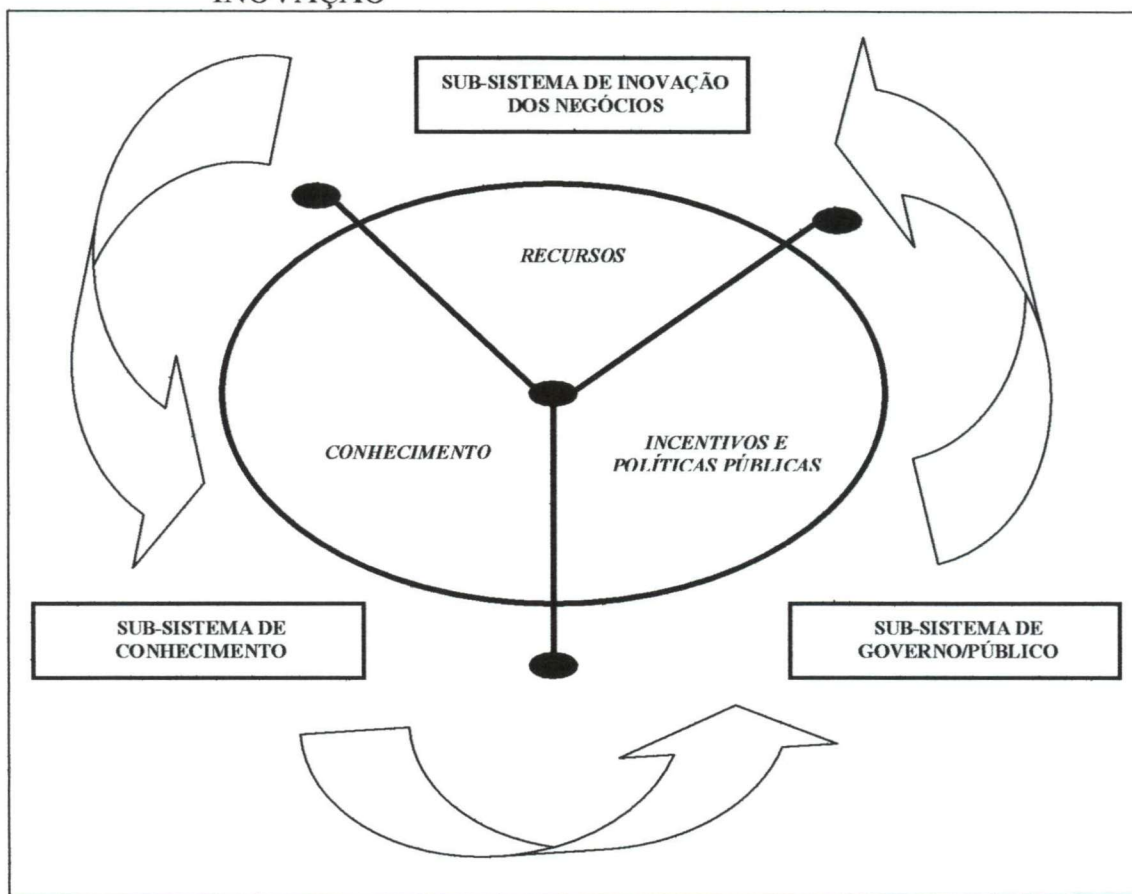
O setor de negócios e o suporte à infra-estrutura, abrangem a participação de múltiplos atores distribuídos ao longo das atividades de produção, pesquisa, tecnologia, aprendizado e treinamento. Esses atores operam com modelos institucionais particulares e com um conjunto de elementos que agem de acordo com as exigências dos mercados (de trabalho, de capacitação, de tecnologia e de capital). Tais atores se relacionam entre si, através de uma rede de ligações internas e externas ao sistema, e sofrem a influencia das estruturas cultural e social predominantes no

país. Tudo isso contribui para a operação e transformação do SI ao longo do tempo. Esses são os componentes que atuam no contexto de um SI, seja ele nacional, regional ou setorial. (UNIDO, 2005)

2.4.1.3 Sub-sistemas de um sistema de inovação

A dinâmica de um Sistema de Inovação é dirigida por três sub-sistemas (FIGURA 1), que agem em conjunto para a criação de inovações e para a investigação de oportunidades tecnológicas, as quais geralmente resultam em descobertas ocasionais.

FIGURA 1 – TRANSFORMAÇÃO EVOLUTIVA DE UM SISTEMA DE INOVAÇÃO



FONTE: UNIDO

NOTA: Extraído e traduzido de UNIDO: **Industrial Development Report 2005**, p. 69

O primeiro deles é o subsistema de conhecimento, formado pelas universidades, pelos laboratórios de pesquisa, pelas instituições de treinamento, pelo conjunto de agências regulatórias de padronização, de patenteamento e de setores específicos, pelas agências de extensão e de difusão de tecnologias e pelas associações de profissionais técnicos. O segundo é o sub-sistema de inovação dos negócios, o qual é constituído por redes informais de inovação, incubadoras tecnológicas, instituições de educação superior, capital de risco e instituições de financiamento da inovação.

Os dois sub-sistemas anteriores interagem com o sub-sistema político/governamental, cujo papel é administrar os incentivos e o suprimento de serviços públicos necessários ao processo de desenvolvimento de inovações. As políticas de incentivo atribuídas ao governo, podem envolver tanto políticas macroeconômicas como a política monetária, fiscal e externa, quanto políticas microeconômicas que são aquelas relacionadas ao comércio, a concorrência e aos investimentos direto estrangeiros.

Os três sub-sistemas marcam presença em todas as fases do desenvolvimento de um Sistema de Inovação, e a interação entre eles contribui para seu aprimoramento e evolução ao longo do tempo. Isso pode ser melhor compreendido, observando a FIGURA 1 a qual mostra o feedback existente entre os três sub-sistemas. A reciprocidade existente entre eles, no que diz respeito ao fluxo de informações, conhecimentos, recursos, incentivos e regulamentos, permite que ao final de um percurso haja a transformação evolutiva de um Sistema de Inovação.

2.4.1.4 Funções de um sistema de inovação

É função de um Sistema de Inovação promover a pesquisa, a experimentação inicial, a formação de mercado, a mobilização de recursos, a produção de externalidades positivas e o desenvolvimento e difusão do conhecimento.

O comportamento das atividades de pesquisa e dos investimentos dependem de fatores como a existência de mercado, a tecnologia disponível, a formação

institucional, os efeitos regulatórios aplicados e também de fatores de ordem política. Sempre que uma inovação está apta a ser introduzida em um novo mercado, há riscos envolvidos no processo, uma vez que existe a incerteza quanto ao sucesso tecnológico e quanto a aceitação da inovação pelos consumidores. O desenvolvimento de um Sistema de Inovação, não poderá ser atingido se os negócios operam em ambientes de risco e incertezas. A existência da demanda para o novo produto desenvolvido e o comportamento do ambiente econômico local, são fatores de peso para o sucesso de uma inovação tecnológica, e cabe às instituições componentes do SI investigar a viabilidade de sua introdução no país.

Inicialmente o mercado para uma inovação pode ser inexistente ou pouco desenvolvido. A partir da interação entre as instituições e atores sociais envolvidos no processo de desenvolvimento da inovação, com a presença de um SI, a tendência é que a produção do novo produto só seja efetivada a partir do momento em que haja mercado para ele. Por isso, novas atividades precisam ser legitimadas antes de se constituírem em novos ramos industriais, pois as incertezas e riscos envolvidos na introdução de inovações tecnológicas são bastante elevados, principalmente nas etapas iniciais do processo. Para tanto, atribui-se ao Sistema de Inovação, a mobilização de recursos humanos, financeiros e tecnológicos necessários à inovação.

A produção de externalidades positivas, associadas a existência de um SI é devida ao fato de os altos riscos e custos envolvidos nas fases iniciais do processo de introdução de um novo produto serem diminuídos a partir da presença de um Sistema de Inovação. Contudo, apesar da importância das funções descritas nos parágrafos anteriores, o desenvolvimento e a difusão do conhecimento são caracterizados como sendo as funções centrais de um Sistema de Inovação. (UNIDO, 2005)

Conforme (UNIDO, 2005), a dinâmica do processo de introdução de inovações só pode ser compreendida, levando-se em consideração a função e o papel desempenhados por todos os elementos conjuntamente envolvidos na sua criação, e não a partir da análise individual dos componentes do Sistema de Inovação. É a complexa interação existente entre todos os componentes do Sistema que resulta em sua dinâmica.

Esta rede de relações que caracteriza um Sistema de Inovação, identifica a partição de três atores principais: as universidades e centros de pesquisa, o Estado e as empresas. Cada um deles, desempenha funções diferentes, mas que são fundamentais para o desenvolvimento de inovações e para o catch-up de países em desenvolvimento. Às universidades e centros de pesquisa, cabe a pesquisa básica que ao contrário da pesquisa aplicada atribuída às empresas, não tem como objetivo a aplicação produtiva imediata e também não é movida por motivos pecuniários diretos. Como a pesquisa aplicada busca o desenvolvimento de soluções para o setor produtivo, a curto prazo, este tipo de investigação é caracterizado por ser orientado pelo lucro. O que é visado é o aumento da lucratividade das empresas mediante avanços resultantes da atividade experimental aplicada nos processos produtivos. Ao Estado, cabe o título de agente articulador do sistema, já que pode estimular a capacitação tecnológica mediante o aumento da demanda do governo, ou então através da definição das diretrizes para o sistema. O desenvolvimento da infra-estrutura necessária à articulação entre os agentes, assim como a geração de uma política de Ciência e Tecnologia adequada ao desenvolvimento do país, de regiões ou de setores também são atribuições que cabem ao Estado. (id.)

A aprendizagem também entra como um dos componentes fundamentais de um Sistema de Inovação. Sem esse elemento, não é possível haver o desenvolvimento e o aumento da capacidade inovativa de um país. Ressalta-se que essa aprendizagem não é somente aquela obtida por intermédio de mecanismos formais da educação e das atividades de pesquisa e desenvolvimento. O processo de aprendizagem é um processo social e interativo que envolve pessoas com diferentes graus de capacitação e conhecimento e que pode ser verificado em diversos ambientes. (op.cit.)

A abordagem histórica não pode ser abandonada na análise de um Sistema de Inovação, pois os processos de introdução de inovações tecnológicas podem ser dependentes da trajetória de desenvolvimento adotada (path dependence). Às vezes, pequenas inovações podem ser aprimoradas ao longo do tempo, resultando em grandes avanços e que posteriormente irão constituir novamente inovações, só que melhores do que as inicialmente observadas. Essa trajetória histórica é importante para identificar

os elementos que contribuem para o êxito de um Sistema de Inovação. No entanto, é inviável aplicar modelos específicos que obtiveram sucesso em um país em outros países cujo contexto histórico e características do sistema de inovação sejam diferentes daqueles observados no país bem-sucedido.

A próxima seção apresenta a importância do aprendizado tecnológico dos trabalhadores domésticos necessário ao desenvolvimento de inovações e ao avanço do catch-up tecnológico. São destacados os tipos de aprendizado internos e externos à firma, assim como suas características e a sua influência no desenvolvimento de novas tecnologias.

2.5 APRENDIZADO TECNOLÓGICO: O CONHECIMENTO E A CAPACITAÇÃO COMO INDUTORES DO DESENVOLVIMENTO E DO CATCH-UP

A promoção do conhecimento em conjunto com a capacitação dos recursos humanos são considerados as principais atribuições de um Sistema de Inovação. Em conjunto, essas atribuições são caracterizadas por serem as indutoras do processo de catch-up de um país. Desde Veblen⁸, o capital humano definido como sendo o conhecimento, já era considerado o fator chave para a produção de inovações e para o progresso técnico de um país. De acordo com (UNIDO, 2005), o conhecimento codificado é uma variável essencial para o alcance do catching-up com as nações mais avançadas.

O aprendizado necessário ao desenvolvimento de novas tecnologias e inovações pode ser obtido mediante à associação das indústrias com as universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de tecnologia estabelecidos no interior das empresas, através de patentes, licenças de uso ou propriedade e também pela ocorrência dos spill-over, estes bastante mencionados na literatura especializada sobre desenvolvimento industrial e tecnológico. Patentes, licenças de uso e de propriedade

⁸ VEBLEN, T. **The Teory of the Leisure Class: Na Economic Study of Institutions**. Nova York: Macmillan Press, 1899; citado por PESSALI, H. F. e FERNANDEZ, R.G. **A Tecnologia na Perspectiva da Economia Institucional**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Ilucitec, 2006. Cap.4.

são mecanismos utilizados pelos países para a aquisição do conhecimento e da técnica necessária ao desenvolvimento de inovações.

Nos países menos desenvolvidos como o Brasil, ainda existe uma indefinição no que concerne aos fatores que contribuem efetivamente para a formação do capital humano especializado. Os gastos em P&D realizados no Brasil em comparação com o de países avançados, ainda são muito pequenos e os incentivos ao desenvolvimento da C&T, estão muito aquém daqueles concretizados por países como China, Coréia, Japão ou E.U.A.

Segundo (CASSIOLATO; LASTRES, 2000, p. 237), “A crescente competição internacional e a necessidade de introduzir eficientemente, nos processos produtivos, os avanços das tecnologias de informação e comunicações têm levado as empresas a centrar suas estratégias no desenvolvimento de capacidade inovativa.”

Por isso, a condição para que uma nação seja considerada tecnologicamente avançada, é a capacidade de seus recursos humanos desenvolverem incessantemente novas tecnologias e inovações em produtos ou processos, caso contrário a perda de competitividade por suas indústrias é condição certa. O investimento na formação do capital humano com a aquisição de novos conhecimentos por meio da constante atualização das técnicas adotadas, proporciona o surgimento de novas idéias para aprimorar os produtos já existentes, assim como para desenvolver novos. O acesso a publicações como artigos e revistas de cunho científico e tecnológico é um dos meios de atualização encontrados pelos profissionais envolvidos nas atividades de P&D e na criação de inovações. (UNIDO, 2005)

Segundo UNIDO (2005, p.17), “A acumulação de conhecimento em conjunto com o aumento de outras capacidades, particularmente a ação do governo e as finanças, elevam o potencial de avanço do catching-up”. Como visto anteriormente estes elementos são integrantes do Sistema de Inovação, e portanto a sua atuação eficaz e conjunta, justifica o sucesso em termos de desenvolvimento nos países onde busca-se atingir o catch-up tecnológico e econômico.

O conhecimento e o aprendizado que caracterizam o desenvolvimento das aptidões dos trabalhadores são essenciais para a introdução de inovações. “Criar

conhecimento não significa necessariamente inventar novas tecnologias a partir do zero. (...) As idéias tecnológicas relevantes podem estar flutuando por aí no espaço, mas só quem as aplica pode realmente aprender com elas e ensiná-las a outros.”(EASTERLY, 2004, p.193) É possível aos países menos avançados em termos de conhecimento tecnológico, não somente imitar as técnicas e produtos dos países desenvolvidos, mas a partir das idéias apresentadas por estes e do investimento em educação, desenvolver e aprimorar seus métodos produtivos, para que em um futuro próximo possam aplicar suas próprias técnicas e idéias. No entanto, há condições institucionais que pesam para que esse processo se concretize.

Conforme UNIDO (2005, p. 7), “Rápida aquisição de novo conhecimento é fundamental para o sucesso da performance econômica. A aquisição de oportunidades para o catching-up depende do domínio do conhecimento e da técnica.” Para tanto, é importante que as indústrias do país detectem as fontes externas de conhecimento, as quais constituem um importante mecanismo de introdução de inovações tecnológicas, já que as inovações são caracterizadas por serem resultantes de um processo interativo. Os elevados custos envolvidos no desenvolvimento de novas tecnologias somados ao desenvolvimento de produtos e processos complexos e diversificados, torna patente a necessidade de existir vínculos entre as fontes de conhecimentos interno e de conhecimentos externos à firma. É importante fazer uma distinção entre o aprendizado buscado, o qual envolve custos e está ligado a P&D, do aprendizado automático que é aquele adquirido no decorrer do processo produtivo e que visa a correção de imprevistos detectados no percurso da produção.

Conforme (CASSIOLATO, 2004, p. 5), a importância de haver o aperfeiçoamento do aprendizado e da capacitação interna à indústria e sua associação ao conhecimento externo é devida ao fato de que:

Evidentemente o aprendizado externo não pode substituir o interno, mas sim aumentar a sua velocidade ou modificar sua direção e dimensões relevantes. Deve-se enfatizar que o aprendizado interno é condição necessária para o aprendizado externo: a firma deve possuir capacitação suficiente para poder receber, elaborar e assimilar o conhecimento obtido de fora de sua fronteiras.

Cada tipo de tecnologia envolve capacitações e aprendizados diferentes e que portanto muitas vezes não podem ser dominados pelas indústrias isoladas. Notadamente, isso é bastante verificado nos países em desenvolvimento onde falta recursos e incentivos para desenvolver as aptidões dos profissionais domésticos. O aumento das habilidades e do conhecimento pode ser verificado através dos vínculos que se estabelecem entre diversos atores dentro e fora das indústrias, como os fornecedores de insumos, concorrentes, clientes, consultores e fornecedores de tecnologias. Essa interação se estabelece com o intuito de aumentar a capacitação dos profissionais envolvidos na produção da tecnologia. (LALL, 2005)

A TABELA – 1 sintetiza os três tipos de aprendizado externos à indústria apresentados pela literatura e enfocados no trabalho de CASSIOLATO (2004, p. 6).

TABELA 1 – TIPOS DE APRENDIZADO EXTERNOS À FIRMA

TIPOS DE APRENDIZADO	CARACTERÍSTICAS
Aprendizado por imitação (learning by imitation)	Gerado a partir da reprodução de inovações introduzidas por outras firmas, obtidos de maneira autônoma e não cooperativa.
Aprendizado por interação (learning by interacting)	Obtido por intermédio do relacionamento com usuários e fornecedores ao longo da cadeia produtiva.
Aprendizado por cooperação (learning by cooperating)	É o resultado de processos de colaboração com outras empresas concorrentes ou não.

FONTE: CASSIOLATO, J. E. (2004, p. 6).

NOTA : Tabela elaborada pela autora a partir da pág.6 da obra de CASSIOLATO, J. E. **Interação, Aprendizado e Cooperação Tecnológica**. Texto para Discussão. Rio de Janeiro, Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.riicyt.org/interior/subredes%5Cinnova%5Cdocs/Cassioloato.pdf>> Acesso em : 20/04/2006.

A cooperação entre empresas, sejam elas nacionais ou estrangeiras, a busca constante de informações e a visão do cenário econômico interno e externo ao país, são mecanismos pelos quais uma organização pode tomar conhecimento das novas tendências e produtos desenvolvidos. É patente a importância da atualização dos trabalhadores envolvidos no processo produtivo, pois isso é um fator de peso para a produção de inovações tecnológicas que irão permitir o ganho de competitividade das indústrias do país. Notadamente, a necessidade de haver cooperação entre as diversas

empresas deve-se ao fato de cada uma individualmente possuir níveis de informação diferentes a respeito da tecnologia que irão introduzir. (CASSIOLATO, 2004)

Com relação aos tipos de aprendizado internos a indústria, a literatura econômica apresenta três tipos, os quais estão expostos na TABELA 1.1. Estes, são caracterizados por estarem envolvidos com as principais funções da empresa as quais são a P&D, a produção, o marketing e a organização. O aprendizado interno a indústria verificado pelo desenvolvimento das aptidões dos profissionais, mostra a importância de haver interação entre todos os níveis da hierarquia da indústria ou empresa, desde o chão de fábrica até a gerência e diretoria. (id.)

TABELA 1.1 – OS TRÊS TIPOS DE APRENDIZADO INTERNO À INDÚSTRIA

TIPOS DE APRENDIZADO	CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
Aprendizado por uso (learning-by-using)	Ligado à adaptação da firma a novas tecnologias, incorporadas em bens de capital, componentes, etc.	Gera um aumento na eficiência produtiva.
Aprendizado por experiência (learning-by-doing)	Ligado ao processo produtivo da empresa.	Gera um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais em processos e produtos.
Aprendizado por pesquisa ou busca (learning-by-searching)	Ligado a atividades expressamente dirigidas à criação de novos conhecimentos.	Gera a introdução de inovações incrementais e radicais .

FONTE: CASSIOLATO, J. E. (2004, p. 5)

NOTA : Tabela extraída de CASSIOLATO, J. E. **Interação, Aprendizado e Cooperação Tecnológica**. Texto para Discussão. Rio de Janeiro, Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.riicyt.org/interior/subredes%5Cinnova%5Cdocs/Cassiolato.pdf>> Acesso em : 20/04/2006.

A difusão de inovações tecnológicas, através de novos produtos e novos processos de produção diminui o ciclo de vida dos produtos. Ao mesmo tempo em que novidades são inseridas no mercado de um país, outras inovações estão sendo produzidas em algum lugar do mundo. Esta mudança contínua torna obsoletos produtos que acabaram de ser lançados e envolve também a mudança das tecnologias

utilizadas nos mesmos. Daí a necessidade das empresas investirem continuamente no conhecimento e capacitação de seus engenheiros, técnicos e demais profissionais envolvidos no desenvolvimento de produtos e processos de produção. Na próxima seção é abordado o papel dos spill-over ou transbordamentos, como vias de acesso ao conhecimento e aprendizado para países menos desenvolvidos.

2.5.1 Spill-over ou Transbordamentos: Vias de Acesso ao Conhecimento para Países Menos Desenvolvidos

Spill-over é o termo utilizado para designar os benefícios em termos de técnicas e métodos de produção auferidos por empresas, sem que estas tenham gasto recursos em pesquisa e desenvolvimento. Em outras palavras, acaba ocorrendo transbordamentos de informações e aprendizado, quando um profissional altamente qualificado e especializado ensina a técnica desenvolvida nos países avançados para os trabalhadores dos países em desenvolvimento. Para (EASTERLY, 2004, p. 191), “(...) o investimento feito em conhecimento não permanece com o investidor original. O conhecimento vaza.”

A ocorrência dos spill-over de conhecimento, proporcionados pela implantação de multinacionais, possibilita a introdução de melhorias nas estruturas e métodos de produção das indústrias nacionais. “O conhecimento tecnológico costuma vazar de uma pessoa para outra. A tecnologia atinge seu potencial quando indivíduos altamente qualificados formam alianças.” (EASTERLY, 2004, p.189)

O desenvolvimento das indústrias nacionais é favorecido pela ocorrência de spill-over, pois um trabalhador anteriormente empregado em uma multinacional, após ser desligado e empregado em outra indústria, acaba passando seu aprendizado a outros profissionais. Profissionais qualificados geralmente procuram se instalar em países ou locais que reúnem pessoas capacitadas para poder haver a troca de informações e conhecimentos. Nesse processo é caracterizada a cooperação entre os profissionais capacitados, onde o acúmulo de conhecimento que se verifica irá contribuir para o desenvolvimento de inovações. É por isso, e pelos maiores salários

oferecidos nos países avançados que os profissionais qualificados dos países pobres ou em desenvolvimento procuram migrar para os países desenvolvidos. Não há muito incentivo em permanecerem em seus países de origem, onde é escasso o número de pessoas com seu nível de aprendizado. Com isso, os países pobres permanecem em seu estágio de subdesenvolvimento tecnológico, uma vez que sua mão-de-obra qualificada migra para contribuir e manter o status de domínio tecnológico atribuído aos países desenvolvidos. Segundo (EASTERLY, 2004, p. 192), a ocorrência dos spill-over, pode ser verificada através da utilização de técnicas e conhecimentos desenvolvidos por outras organizações, já que a rotatividade de mão-de-obra técnica especializada entre as organizações é alta.

Conforme TIGRE (1998, p. 95) é crescente a importância das redes de firmas no aprimoramento dos recursos produtivos e tecnológicos. A complexidade tecnológica e a aceleração do ciclo de vida dos produtos torna importante a formação de alianças entre as indústrias, uma vez que, sozinhas não conseguem reunir a capacitação tecnológica necessária a introdução de inovações. Segundo o autor, há uma tipologia das redes de firmas baseadas em três categorias: redes hierarquizadas, redes não hierarquizadas e as alianças estratégicas.

Redes hierarquizadas: no Brasil a idéia é defendida através da constituição de condomínios industriais ou consórcios modulares em que a empresa líder pode concentrar seus esforços no desenvolvimento de novos produtos através da P&D e marketing, enquanto suas parceiras atuam na fabricação e venda dos produtos.

Redes não hierarquizadas: neste tipo de rede não há empresas dominantes e existem padrões complementares de especialização, o que é característico dos distritos industriais especializados.

Alianças estratégicas: é verificada a aliança de empresas a fim de complementar competências nas áreas de P&D, produção e venda, ou seja, no processo de desenvolvimento do produto. Essas alianças são devidas a aceleração do ciclo de vida dos produtos, a crescente complexidade tecnológica (exigindo capacitações em diferentes e novas áreas do conhecimento) e a competição em nível global, sendo viabilizadas pelas redes eletrônicas.

A formação de alianças ou redes de empresas que cooperam no processo produtivo e no desenvolvimento de atividades inovativas, constitui um importante canal para a ocorrência de transbordamentos de conhecimento. No caso de uma transnacional, mesmo que sua produção seja realizada em diversas partes do globo, para se atingir o estágio final de sua produção há a necessidade do conhecimento envolvido em todas as etapas do processo produtivo. Para tanto, o intercâmbio de conhecimentos e informações deve ser constante. Por outro lado, o desenvolvimento do aprendizado advindo com o ingresso das multinacionais é resultante da dificuldade de se aplicar a técnica desenvolvida no país de origem desta. Em muitos casos essa tecnologia precisa ser adaptada às condições dos países onde se instalam, uma vez que nem sempre é possível reunir todos os insumos que são empregados na produção da matriz dessa multinacional. (EASTERLY, 2004)

O investimento em novos conhecimentos, faz com que seja alta a rentabilidade de um conhecimento adicional, resultante do aprimoramento de um conhecimento já existente. Resulta daí a diversificação, com a fabricação de produtos de qualidade, com conteúdo tecnológico e conseqüentemente com maior valor agregado. Substitui-se a rotina, caracterizada pelo emprego contínuo de técnicas e processos defasados, pelo emprego de técnicas e recursos-humanos atualizados. (id.)

A necessidade de se desenvolver nacionalmente ou localmente, as capacidades domésticas, entendendo-se estas como sendo o aprendizado e a capacitação dos trabalhadores domésticos é condição necessária, mas não suficiente para a ocorrência do catch-up. Assim, como a inovação e o desenvolvimento tecnológico são atribuídos notadamente, ao conhecimento, ao domínio e desenvolvimento local da técnica empregada, vê-se a importância de haver o investimento em educação e em ciência e tecnologia em um país. Essa condição, não tem sido muito observada no Brasil. Embora tenham ocorrido avanços nos programas implementados pelo governo brasileiro, estes ainda mostram-se fracos e comprovam que ainda há muito o que se fazer para alcançar o catching-up e o padrão tecnológico dos países avançados. Falta uma maior integração e cooperação das indústrias tanto públicas como privadas com os centros de pesquisa, laboratórios e universidades, pois estes são os locais onde se

criam as inovações, se adquire a técnica, o conhecimento necessário e se realizam as pesquisas básicas.

O próximo capítulo apresenta uma análise histórico-analítica sobre as experiências brasileiras de catch-up, tratando a situação atual e as perspectivas do sistema de inovação local. Primeiramente, são destacados o primeiro e o segundo catch-up brasileiros com as suas principais características e repercussões na economia brasileira durante os períodos que os caracterizam. Em seguida, a partir da exposição de dados é feita uma análise sobre a situação atual e as perspectivas do sistema de inovação brasileiro. Nesta seção, são destacadas as falhas do sistema brasileiro que precisam ser contornadas para que o país avance no desenvolvimento de inovações tecnológicas e as experiências bem-sucedidas adotadas por outros países. Por último, é feita a análise sobre o estudo de caso da tecnologia brasileira dos motores flex.

3 ESTUDO DE CASO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-ANALÍTICA SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DO BRASIL: O PRIMEIRO E O SEGUNDO CATCHING-UP BRASILEIRO, O SISTEMA DE INOVAÇÃO BRASILEIRO E A TECNOLOGIA BRASILEIRA DOS MOTORES FLEX

Neste capítulo, procura-se expor de forma histórico-analítica as experiências brasileiras com relação ao catch-up, caracterizando o primeiro e o segundo catch-up brasileiro. Em seguida, é abordada a situação atual e as perspectivas do Sistema de Inovação brasileiro, onde é feita uma análise comparativa das experiências bem-sucedidas observadas em outros países.

Nas últimas seções deste capítulo são analisadas a introdução de inovações e o desenvolvimento de novas tecnologias em países em desenvolvimento, tendo como objeto a tecnologia dos motores flex desenvolvida por engenheiros brasileiros. Aí é mostrado que a idéia que deu origem a tecnologia flex foi atribuída à multinacional alemã **Bosch**, porém coube a italiana **Magneti Marelli** a iniciativa de aplicar a tecnologia e comercializá-la. Neste contexto, é abordado o papel das multinacionais como indutoras do processo de catch-up nos países emergentes, no caso o **Brasil**. É feito um relato sobre a atuação das duas multinacionais no **Brasil** com relação a tecnologia em pauta, apresentando a definição e o funcionamento da técnica que deu origem aos motores flex.

3.1 AS EXPERIÊNCIAS DO BRASIL: O PRIMEIRO E O SEGUNDO CATCHING-UP BRASILEIRO⁹

O **Brasil** ao longo da sua trajetória de desenvolvimento econômico e industrial atravessou dois processos de catch-up. O primeiro catch-up é definido pelo período compreendido entre 1968 a 1980. Essa época foi marcada pela estruturação e montagem do aparelho da oferta, cuja liderança foi atribuída ao Estado. O foco nesse

⁹ Esta seção foi desenvolvida a partir do referencial teórico: CASTRO, A. B. de *Implicações da Sociedade da Informação nos Países em Desenvolvimento*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: “SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO: INSTITUIÇÕES E ESTRATÉGIAS NO LIMAR DO SÉC. XXI. 2006”. Disponível em: <<http://www.profforma.pt/seminario/doc/finalBarros2.doc>> Acesso em: 20/03/2006.

período foi a constituição dos recursos materiais como instalações e equipamentos, equipes, saberes e rotinas necessários ao funcionamento e operação das indústrias. Havia uma razão direta entre a importância do conhecimento desenvolvido localmente e a proteção oferecida à indústria local, ou seja, quanto maior fosse a proteção maior seria a importância do conhecimento gerado localmente, pois desse poderia resultar o desenvolvimento de tecnologias produzidas com recursos nacionais. A partir dos estímulos promovidos pelo Estado, como a concessão de crédito e infra-estrutura, novos ramos de atividade estavam a ser implantados no Brasil. Com isso, caracterizava-se as empresas públicas como sendo as executoras de políticas públicas, ao passo que as empresas privadas teriam a função de completar os gargalos existentes na estrutura produtiva a ser implantada e que não poderiam ser preenchidos pelas primeiras. (CASTRO, 2006)

Apesar do temor existente à época, quanto a ameaça de uma possível transição para a hiperinflação, a indústria no primeiro catch-up apresentou um crescimento da ordem de 200%, ou seja, três vezes maior ao observado no período anterior. Houve um forte aumento simultâneo da oferta, caracterizado pelo crescimento da produtividade e que acabou resultando em acumulação. (id.)

Segundo (CASTRO, 2006), a estrutura industrial implantada no Brasil na década de 1980, foi moldada naquela vigente nos países desenvolvidos, tanto no que diz respeito aos setores produtivos quanto na própria diversificação de produtos e de processos produtivos. No período de 1980 a 1994, os problemas de ordem macroeconômica impediram a introdução de novas técnicas produtivas, a instalação de novas plantas industriais e a renovação dos produtos ofertados pelas indústrias brasileiras.

O segundo catch-up brasileiro abrange o período que vai de 1991 a 2000. A abertura comercial dos anos 90 e a conseqüente estabilização e desvalorização da moeda local, possibilitaram às indústrias nacionais introduzirem modificações estruturais, a fim de obterem como resultado o ganho de competitividade frente as importações. Muitos ramos industriais foram caracterizados como sendo senão próximos, até mais avançados do que aqueles vigentes nos países desenvolvidos.

Nessa década, procurou-se introduzir a modernização dos métodos de trabalho e coordenação da produção vigentes na indústria local, de modo a implantar no mercado brasileiro produtos e processos já amplamente dominados nos países centrais, cujos mercados já encontravam-se saturados. Buscava-se também, capacitar as indústrias nacionais a produzir produtos semelhantes aos importados, a preços competitivos para garantir posição no mercado. Para tanto, procurou-se retreinar, atualizar e recapacitar as equipes de profissionais anteriormente formadas, com o intuito de produzir novos resultados. Houve uma ampliação da capacidade produtiva, verificada a partir do retreinamento dos recursos humanos juntamente com o reacondicionamento das instalações e a implantação de equipamentos modernos. Contudo, a cópia realizada a partir dos produtos importados, continuou sendo um meio importante de investigação e desenvolvimento de novas tecnologias, e que no segundo catch-up possibilitou a que as empresas tomassem suas decisões individualmente, ganhando o mérito da produção inédita de determinados produtos, a qual anteriormente só era possível mediante a associação ou cooperação com indústrias de outros países. (id.)

Um dos resultados observados neste período, foi o crescimento acumulado de 20,7% da indústria de transformação (CASTRO, 2006). Esse número justifica o argumento de que no segundo catch-up o crescimento da economia foi praticamente impedido, uma vez que a abertura da economia combinada com a apreciação cambial e com o cenário macroeconômico punitivo, ampliou a pressão competitiva exercida pelas importações. Para piorar o quadro presenciado a época, não houve como contrapartida ao aumento das importações, o crescimento das exportações. Isso foi devido ao fato de que os produtos modernos desenvolvidos nos países centrais que adentravam o mercado brasileiro via importações, traziam embutido em sua composição tecnologias já saturadas nos países de origem, cuja demanda já não era mais tão vigorosa. Não bastava apenas às indústrias brasileiras imitarem esses produtos para introduzi-los nos mercados internacionais. Era preciso, conquistar mercado internacional com produtos inovadores, diferenciados e competitivos. Isso era praticamente impossível, uma vez que a indústria brasileira não era caracterizada por desenvolver marcas, investimento e desenvolvimento e nem design. A outra forma de

inserção dos produtos brasileiros nos mercados estrangeiros seria através da cobrança de preços inferiores ao custo de produção, o que seria inviável aos industriais brasileiros.

Também foi verificado neste período um modesto investimento atribuído sobretudo a vinda de multinacionais que se instalaram no país, via investimento direto estrangeiro. Nas indústrias brasileiras, verificou-se a troca de equipamentos e maquinarias por outras importadas e com tecnologias mais modernas caracterizando a atualização da indústria nacional. Com a implantação das multinacionais no Brasil, o problema que até então vinha de fora do país, passou a ser endógeno dado o acirramento da competição enfrentada pelas indústrias aqui instaladas. Entretanto, apesar de não haver na época um esforço acentuado para inovar os métodos e processos produtivos de modo a resultar na fabricação de produtos mais modernos, foi possível verificar alguma inovação, cujo objetivo era o ganho de competitividade da indústria nacional. (id.)

Na próxima seção é analisada a situação atual e as perspectivas do Sistema de Inovação local, apontando as falhas e as correções que poderiam ser empregadas, segundo as experiências bem-sucedidas de alguns países estrangeiros.

3.2 SISTEMA DE INOVAÇÃO: O BRASIL NO CONTEXTO ATUAL E PERSPECTIVAS

O Brasil atualmente é caracterizado por possuir um Sistema Nacional de Inovação pouco ativo. Assim como nos demais países latino-americanos, o Sistema Nacional de Inovação brasileiro foi herdado do período de substituição de importações e seria necessário atualizá-lo para que o mesmo pudesse contribuir no alcance do catch-up tecnológico.

Como abordado nas seções anteriores, o Sistema Nacional de Inovação é formado por agentes e instituições que agindo em conjunto formulam as melhores estratégias para se atingir o desenvolvimento tecnológico do país. No entanto, no caso do Brasil, de acordo com (CRUZ, 2006, p. 14) um dos principais problemas detectados está relacionado a quase ausência de pesquisadores centrados na iniciativa privada. De

cada dez cientistas brasileiros, sete estão nas universidades públicas e somente três encontram-se nos laboratórios das empresas. Estes números justificam em parte porque o Brasil está aquém dos países avançados no desenvolvimento de inovações. São as empresas as conhecedoras das demandas dos consumidores, e no entanto, ainda são as universidades que dominam o desenvolvimento de pesquisas para introduzir novos produtos no mercado. Apesar de haver a necessidade em se atrair mais pesquisadores para as indústrias, isso deve ser feito sem retirar os já empregados nas universidades, uma vez que são estes os responsáveis pela formação de novas gerações de pesquisadores e futuros cientistas. Ainda falta ao Brasil um maior investimento no emprego e na formação de doutores em engenharia e em ciências naturais. Estas são áreas promissoras, cujo conhecimento é fundamental para se desenvolver inovações tecnológicas, já que jovens profissionais que saem das universidades, raramente encontram oportunidades para aplicar o conhecimento adquirido. (id.)

Há também problemas de natureza econômica. O ambiente empresarial brasileiro é prejudicado pelas altas taxas de juros e pela incerteza na aplicação de recursos em pesquisa, já que esses investimentos só trazem resultados no longo prazo. Ao Estado cabe o papel de reduzir o risco das atividades de pesquisa, mediante a realização de um conjunto de ações que estimulem as empresas a investirem em pesquisa e inovações. A redução desse risco pode ser alcançada através da oferta de um bom sistema universitário que seja capaz de formar excelentes profissionais e isso não pode ser feito pela empresa sozinha. Um outro aspecto é garantir a propriedade industrial da inovação, o que ainda é problemático no Brasil, começando pela lentidão no registro de patentes. A origem do problema reside no fato de o Instituto Nacional de Propriedade Industrial não ter tido um presidente durante o primeiro período do governo atual. Isto contribuiu para o crescimento da incerteza em se investir em pesquisa, dado que a legislação e o sistema jurídico não podem garantir o benefício merecido para o proprietário da idéia matriz da inovação. (id.)

Segundo (CRUZ, 2006, p. 14), as verbas destinadas as atividades de P&D diminuíram nos últimos anos. Há cinco anos atrás, o Brasil aplicava 1,1% do produto interno bruto. Hoje, aplica somente 0,9% do PIB. Esses números mostram que os

investimentos feitos pelo Brasil, estão bem abaixo daqueles realizados pelos países desenvolvidos ou pelos países emergentes, os quais investem mais de 2,2% do PIB. Com relação as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, mais uma vez o país carece de uma maior participação do setor privado. Para cada dez reais investidos em P&D, sete provêm do governo e apenas três tem origem na iniciativa privada.

De acordo com (NETO, [1997]?), há muitas deficiências no cenário brasileiro que precisam ser superadas para que o país avance no desenvolvimento tecnológico. É necessário haver um aperfeiçoamento dos instrumentos de crédito e incentivos para a capacitação tecnológica, inclusive intensificando os investimentos de risco. Isso será possível através da realização de projetos cooperativos entre universidades e institutos de pesquisa. Outra questão refere-se ao pouco esforço de readaptação e capacitação dos institutos de pesquisa tecnológica brasileiros, para atender aos requisitos e às demandas de serviços técnico-científicos das empresas.

A defasagem do Sistema Educacional brasileiro em todos os níveis de formação é outro problema que precisa ser superado. A difusão de tecnologias e a introdução de inovações tecnológicas é viabilizada principalmente pela existência de profissionais de nível superior altamente qualificados como técnicos, engenheiros e administradores incorporados nas empresas. É este quadro que forma a capacidade inovativa das empresas. O caso Chinês é um exemplo que comprova a importância do investimento em educação, o qual é um fator de longo prazo para o alcance do catch-up. Muito do avanço alcançado, é atribuído aos investimentos em educação realizados pelo governo chinês no passado, cujos resultados estão sendo observados atualmente. A imitação das tecnologias e produtos desenvolvidos em outros países ainda é praticada neste país. Em conjunto com estas características, a concorrência, entrada e aceitação dos produtos chineses em novos mercados, está ligada ao fato de o preço cobrado pelos mesmos ser mais competitivo que em outros mercados devido as condições de produção empregadas. (LAHÓZ; CAETANO, 2005)

Por outro lado, nos países avançados, como E.U.A. e nos países asiáticos como a Coreia do Sul e a China, o avanço alcançado por sua indústrias é atribuído ao fato de os governos investirem desde cedo na educação de seus cidadãos. Os jovens

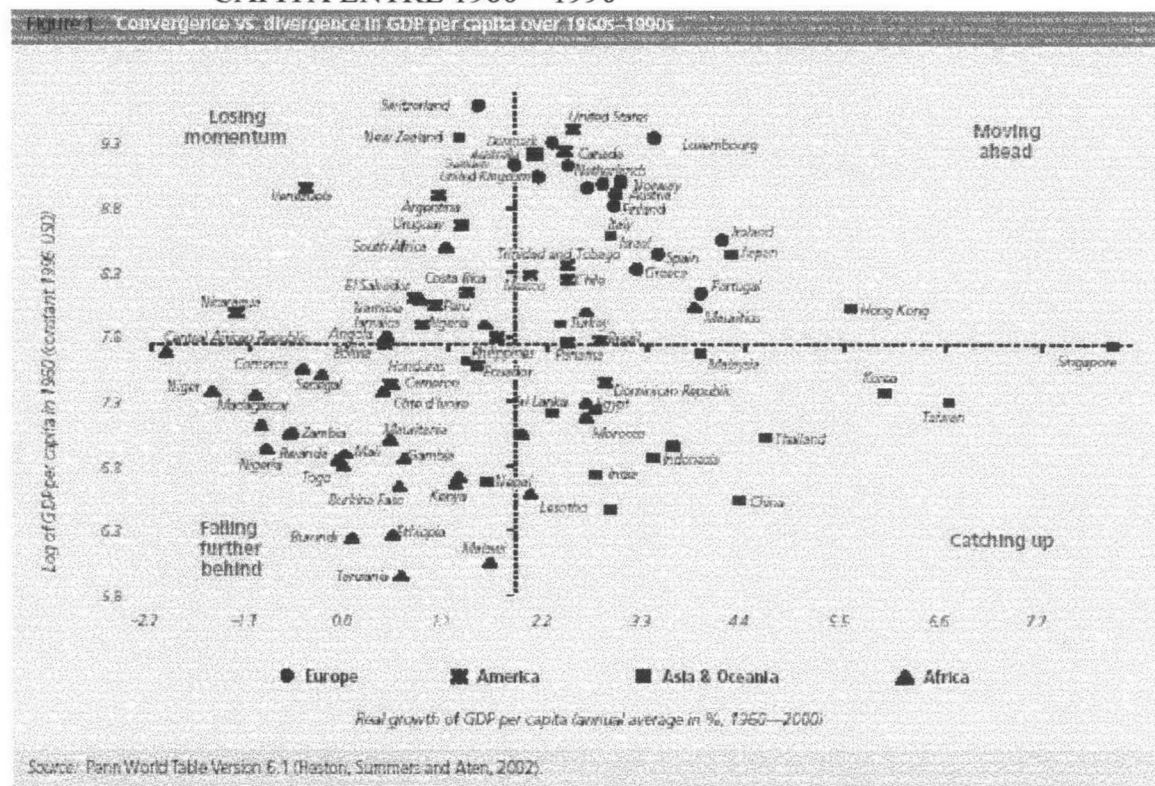
são incentivados a desenvolverem atividades de pesquisa e a se interessarem por ciência e tecnologia, através da informática. Nestes países é grande o número de profissionais qualificados empenhados com as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Um dos meios utilizados pelas indústrias para promover o avanço tecnológico e introduzir inovações é a formação de parcerias com as universidades e centros de pesquisa tecnológica. (id.)

O avanço das indústrias dos países asiáticos de industrialização recente é dado notadamente pelos intensos gastos com pesquisa e desenvolvimento. Os governos nesses países, à exemplo da Coreia do Sul, promovem maciços investimentos em educação elevando a capacitação da mão-de-obra. O sistema de ensino é eficiente e desde cedo os jovens são orientados para o aprendizado de atividades que se voltam para os campos da pesquisa e da engenharia. Isso é o que faz com que esses países estejam à frente no desenvolvimento de novos produtos de conteúdo tecnológico e no aprimoramento das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento. (id.)

Conforme (UNIDO, 2005), e como mostra a FIGURA 2 a seguir, pode-se identificar quatro grupos de países com trajetórias de desenvolvimento industrial distintas, dependendo da variação para mais ou para menos do seu produto per-capita ao longo dos anos. Estas posições não são estacionárias o que indica a possibilidade de haver mudanças nas trajetórias seguidas pelos países. Essas mudanças dependem sobretudo dos níveis de investimentos em conhecimento realizados no país, bem como da eficácia do sistema financeiro e político e também da atuação do governo quanto a introdução e condução de medidas que promovam o desenvolvimento tecnológico e inovativo. O relatório enfatiza que o sucesso dos países localizados no quadrante direito inferior em sua trajetória de catch-up, deve-se sobretudo a eficácia dos fatores anteriormente citados. Para que estes países, dentre os quais incluem-se os países asiáticos de industrialização recente, atinjam a posição que ocupam atualmente foram necessários maciços investimentos no aperfeiçoamento do conhecimento juntamente com a atuação conjunta dos sistemas financeiro, político e governamental. Situação oposta, pode ser constatada no caso dos países que se situam no quadrante

esquerdo inferior, dentre os quais destacam-se os países pobres da África. A posição ocupada por eles, segundo o relatório, deve-se sobretudo aos baixos índices de investimento em educação e a instabilidade política e governamental presente na maioria deles.

FIGURA 2 – CONVERGÊNCIA VERSUS DIVERGÊNCIA NO PRODUTO PER-CAPITA ENTRE 1960 – 1990



FONTE: Penn World table version 6.1 (Heston, Summers and Aten, 2002)

NOTA: Figura extraída do relatório: UNIDO. **Industrial Development Report 2005**, p. 40.

O primeiro grupo, é constituído por países como Estados Unidos, Japão, Hong Kong, etc., localizados no quadrante superior direito da figura, que tendo iniciado o processo de desenvolvimento de suas indústrias com altos níveis de renda, ainda seguem a trajetória inicial com altas taxas de crescimento. No segundo grupo, quadrante esquerdo superior, estão os países que tiveram altas taxas de crescimento no passado e que começaram a perder momento, como por exemplo, Argentina, Nova Zelândia, Venezuela, etc. O terceiro grupo, quadrante direito inferior, abrange os

países que iniciaram com baixos níveis de renda, tiveram altas taxas de crescimento e estão em processo de catching-up. Nesse grupo, enquadram-se China, Índia, Coréia, Taiwan, etc. Por último, vem os países subdesenvolvidos, em sua maioria africanos, os quais inicialmente apresentavam e ainda apresentam baixos índices de industrialização e desenvolvimento tecnológico e que estão localizados no quadrante esquerdo inferior da figura. Observando a FIGURA 2, o Brasil aparece na transição entre o primeiro e o terceiro grupo, ou seja, entre aqueles países que caminham para o processo de catching-up. Como então promover o catching-up na indústria brasileira?.

Para que o Brasil continue nesta trajetória e possa ser considerado um exemplo bem-sucedido de país que atinge o catch-up econômico, é necessário que haja o domínio da técnica empregada pelos profissionais brasileiros. Isso é possível a partir do desenvolvimento das aptidões tecnológicas dos profissionais envolvidos com a produção de inovações e com novas tecnologias. Sabe-se que o desenvolvimento tecnológico de um país está bastante relacionado com o seu sistema de ensino e com a capacitação tecnológica de sua mão-de-obra, a qual pode ser formada através dos processos de aprendizado desenvolvidos nas universidades. Nestas é possível reunir agentes com diferentes capacidades, habilidades e níveis de conhecimento, o que torna possível a troca de idéias e informações que poderão resultar no desenvolvimento de inovações.

As próximas seções deste trabalho foram destinadas ao estudo de caso da tecnologia brasileira dos motores flex, com o intuito de analisar como é possível o catch-up tecnológico em países em desenvolvimento mediante a atuação das empresas multinacionais.

3.3 TECNOLOGIA FLEX: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA DOS MOTORES FLEX, PELAS MULTINACIONAIS BOSCH E MAGNETI MARELLI INSTALADAS NO BRASIL

Conforme enfatizado em capítulos anteriores, uma das modalidades de catch-up que pode ser adotada pelos países em desenvolvimento é aquela caracterizada pela instalação de multinacionais via IDE. Porém, antes de instalarem filiais em outros

países, as empresas multinacionais fazem um levantamento do ambiente econômico e geográfico desses países na busca de fatores e condições que tornem seus investimentos atraentes, viáveis e lucrativos. Conforme exposto em (QUEIROZ, 2005, p. 9), os fatores de atração dos Investimentos Direto Estrangeiros (IDE), considerados na avaliação de multinacionais como a Bosch e a Magneti Marelli, são:

- a) oferta de mão-de-obra qualificada;
- b) custo de mão-de-obra qualificada;
- c) infra-estrutura;
- d) incentivos;
- e) tamanho do mercado;
- f) dinamismo de mercado;
- g) propriedade intelectual;
- h) estratégias da matriz;
- i) regulamentação;
- j) empenho/iniciativa da direção;
- k) empenho político do governo brasileiro;
- l) conhecimentos em inglês;
- m) facilidade de importar insumos e equipamentos;
- n) facilidade de trazer pesquisadores estrangeiros;
- o) estabilidade política e econômica;
- p) parceiros locais – universidades, centros de pesquisa.

A análise conjunta destes fatores confirma a importância da existência de um Sistema local de Inovações, segundo a abordagem apresentada no capítulo dois deste trabalho. A multinacional alemã Bosch e a italiana Magneti Marelli foram escolhidas devido a forte atuação de ambas na introdução e desenvolvimento de inovações em solo brasileiro, a exemplo da tecnologia dos motores flex, primeiramente bi-combustíveis e posteriormente multicomcombustíveis. Na próxima seção será possível identificar os fatores de peso na introdução e desenvolvimento de novas tecnologias pelas duas empresas.

3.3.1 TECNOLOGIA FLEX: A ATUAÇÃO DAS MULTINACIONAIS BOSCH E MAGNETI MARELLI NO DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA FLEX

Nascida de pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Europa e Japão ao final da década de 80, a tecnologia Flex foi uma tentativa de solucionar os problemas de abastecimento e ausência da infra-estrutura de distribuição do metanol e etanol que

tornavam inviável a expansão e a utilização desses combustíveis. Somente em 1988, uma lei americana intitulada Ato dos Combustíveis Automotivos Alternativos, tomou viável o desenvolvimento da tecnologia que possibilitava o uso da mistura dos dois combustíveis álcool – gasolina e que se baseia no reconhecimento através de sensores instalados no sistema, do teor de álcool em mistura com a gasolina.

A tecnologia flex é constituída por um sistema que realiza a adaptação automática de todas as funções de gerenciamento do motor de maneira a se adequar às misturas dos dois combustíveis. A central eletrônica presente atua de forma a ajustar a taxa de compressão (mudanças da temperatura e pressão para detonar a mistura ar-combustível), tempo de injeção, ignição e movimento das válvulas. (MAISTRO, 2006)

No Brasil, o desenvolvimento da tecnologia que compõem o sistema flex, no caso da Bosch, teve início em 1992. A empresa dez anos antes já vinha realizando pesquisas com o álcool, tendo inclusive lançado um sistema de injeção para esse combustível, o qual teve pequena aceitação. Com o intuito de não abandonar a tecnologia, a empresa optou por investir em um sistema que queimasse os dois combustíveis, já que se ao final dos anos oitenta a maioria dos carros novos era movido a álcool, a partir dos anos noventa a situação inverteu-se para a gasolina. (BUENO, 2006) Para tanto, ao contrário do Flex desenvolvido nos E.U.A., o qual foi originado a partir de um veículo movido inicialmente a gasolina, no Brasil o motor Flex da Bosch foi desenvolvido após testes e estudos realizados em um veículo com motor a álcool. Buscava-se tornar o funcionamento do motor eficiente tanto para álcool quanto para gasolina.

A criação do sistema flex permitiria aos proprietários dos veículos, a superação das dificuldades enfrentadas por eles diante das crises de abastecimento de um ou outro combustível, ou pela oscilação dos preços dos mesmos. Além disso, poderiam optar pela garantia de um maior desempenho proporcionado pelo álcool, ou por uma maior economia e autonomia garantidas pela gasolina. Para as montadoras, os veículos flex, além de serem um fator de diferenciação no mercado e de aumento da lucratividade frente a queda das vendas dos veículos movidos exclusivamente a álcool,

resultariam também em economia, uma vez que não seria mais necessário desenvolver projetos separados para veículos movidos a álcool e a gasolina.

Somente em 1994, foi concluído o primeiro protótipo flex fuel pela Bosch, um Ômega a álcool modificado pela empresa. Houve interesse por parte de algumas montadoras, as quais inclusive experimentaram o carro. O que não existia na época, eram incentivos de mercado para absorver a idéia e devido ao elevado custo do sensor que identificava qual dos combustíveis estava em uso, na época custava cerca de US\$ 150, o carro foi descartado pelas montadoras. (SILVA, 2004)

A inviabilidade inicial da introdução dessa tecnologia fez com que anos mais tarde, a Bosch e outra gigante no segmento de auto-peças, a Magneti Marelli, discutissem sobre a autoria do projeto. A patente foi registrada pela Bosch em 1988, quando tiveram início os estudos sobre a possibilidade de dois combustíveis em um mesmo motor. No entanto, esse projeto foi posto em prática três anos mais tarde, quando da crise de abastecimento do álcool, como uma possível alternativa para salvar o Proálcool e permitir ao consumidor usar outro combustível na falta do álcool. Todavia, o primeiro modelo flex disponível no mercado lançado em 2003, foi um veículo gol no qual foi empregada a tecnologia da Marelli, a qual assim como a da Bosch, também foi desenvolvida por engenheiros brasileiros em sua sede localizada em São Paulo. Os argumentos da discussão, apresentados por engenheiros da Marelli, foram os de que a Bosch saiu na frente com a idéia sobre a nova tecnologia. Porém, a tecnologia que foi inicialmente adotada pela alemã (a mesma tecnologia usada nos E.U.A), era inviável para a realidade brasileira devido ao alto custo do sensor que integrava o sistema. Buscando a diferenciação e tendo em vista a baixa aprovação da tecnologia introduzida pela multinacional alemã, o sistema desenvolvido pela Magneti Marelli, foi constituído ao invés do sensor por um software cujos custos eram bem mais reduzidos. Por essa razão, atualmente o sistema da Bosch, também é integrado por software. (id.)

Como exposto no parágrafo anterior, a tecnologia inicialmente empregada pela alemã Bosch, foi baseada na “imitação” daquela tecnologia já existente nos Estados Unidos. Pode-se, então caracterizá-la como sendo uma imitação criativa, pois

era uma imitação legal, já que a multinacional patenteou a idéia e além do mais, ao contrário dos americanos o veículo utilizado pelos engenheiros brasileiros, possuía motor diferente daquele que foi usado para originar a tecnologia nos E.U.A. Pode-se também caracterizar a tecnologia introduzida no Brasil, como sendo uma inovação tanto pelo motivo anteriormente exposto, quanto pelo fato de ter sido introduzido um software no lugar do sensor usado pelos veículos americanos.

De acordo com (LIMA; ACORSI 2006),

O primeiro protótipo de carro bicomcombustível foi desenvolvido nos Estados Unidos, em 1988, e seria movido a uma mistura de gasolina e uma variante de metanol obtida do milho. O equipamento-chave do automóvel era um sensor físico que detectava as porcentagens dos dois combustíveis da mistura, para que o motor se adaptasse instantaneamente. Foi justamente esse artefato – o sensor – que encareceu o produto a ponto de torná-lo inviável comercialmente. No ano seguinte, no Brasil, o abastecimento de álcool entrou em crise. Para piorar as coisas, o presidente Fernando Collor cortou os subsídios ao setor açucareiro, provocando uma alta do preço do combustível derivado da cana. Os infelizes proprietários de carros a álcool correram às oficinas para converter seus motores à velha e boa gasolina. O consumidor brasileiro tinha um problema. Havia dois tipos de combustível disponíveis, mas ele não podia optar sempre pelo mais barato, já que o preço de ambos flutuava na esteira das turbulências econômicas. Comprar um automóvel a álcool ou a gasolina era como um casamento sem possibilidade de divórcio. Foi nesse ambiente que um grupo de engenheiros da indústria de componentes automotivos Bosch, multinacional de origem alemã sediada em Campinas, resolveu ressuscitar o projeto do flex. Eles achavam que um veículo assim teria mercado num ambiente de incerteza em que já havia uma infra-estrutura do álcool montada. Estava estabelecida a primeira condição para a inovação: a oportunidade de ganhar dinheiro a partir de uma demanda do mercado.¹⁰

No Brasil, o que viabilizou a produção do principal componente que compõem o sistema flex pela Bosch, foi o incentivo da redução do IPI para carros bicomcombustíveis. Essa medida concedida pelo governo, foi decisiva para que a multinacional começasse a fazer P&D no Brasil, resultando no desenvolvimento da tecnologia flex-fuel. (QUEIROZ, 2005) Fator de peso para a produção de inovações pela Bosch Campinas, é a proximidade com a instituição brasileira responsável pelo segundo maior número de registros de patentes: a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Apesar de terem vindo de diversas universidades do país, a maior parte dos engenheiros e técnicos da empresa envolvidos com essa tecnologia, foram graduados nesta conceituada universidade. (LIMA; ACORSI 2006)

¹⁰ LIMA, J. G. de; ACORSI, F., A riqueza é o saber. **Veja**, São Paulo, 01/02/2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/canal_aberto/clipping/janeiro2006/clipping300106_veja.htm> Acesso em :19/08/2006.

Com relação aos investimento em P&D realizados pela Bosch, apesar da empresa também atuar em outros segmentos, a prioridade é atribuída ao setor automotivo. Conforme apontado por (BUENO, 2004),

Com sede na Alemanha, a multinacional alocou € 2,7 bilhões, o equivalente a 7,3% de seu faturamento, para pesquisa e desenvolvimento em 2003. O setor automotivo ficou com a maior parte: € 2,2 bilhões, frente a vendas de € 23,6 bilhões. Ao todo, 21,25 mil pessoas estão envolvidas com P&D na Bosch. Resultado do esforço: 2,75 mil pedidos de patentes de invenções em 2003, 100 a mais que no ano anterior. A companhia é a terceira colocada entre as que mais registram pedidos de patente no European Patent Office (Escritório Europeu de Patentes).

De acordo com BRANDÃO¹¹, citado por BUENO (2004), a troca de conhecimentos entre as filiais da empresa instaladas em outros países, foi fundamental para o desenvolvimento da tecnologia. O catch-up econômico é favorecido pelo aprendizado resultante da cooperação que se estabelece entre profissionais capacitados localizados em diferentes países. A ocorrência dos spill-over ou transbordamentos de conhecimento, marcou presença no desenvolvimento da tecnologia brasileira, tanto pelo aprendizado adquirido pela vinda de profissionais de outros países ao Brasil, quanto pela ida dos profissionais brasileiros a outros países. Nas palavras de BRANDÃO,

(...) a troca de conhecimentos com filiais em outros países foi constante, como costuma acontecer em todas as áreas da empresa. Ele diz que o maior contato da Unidade é com Stuttgart, para onde os telefonemas são quase diários. A Bosch mantém a cada ano cerca de 60 funcionários brasileiros no exterior, e recebe aqui número semelhante de estrangeiros. Atualmente há 55 deles no Brasil, enquanto 78 colaboradores brasileiros trabalham em outros países.

No desenvolvimento de tecnologias altamente especializadas, como no caso do sistema bicomcombustível, dificilmente a inovação é fruto de um único cérebro. Para chegar ao produto final, a multinacional Bosch escalou uma equipe de 35 especialistas nas áreas de química, informática e mecânica, coordenados por um engenheiro. Mais de R\$ 1 milhão foram empregados pela empresa no desenvolvimento do protótipo com a tecnologia Tri-fuel em 2003, iniciada por engenheiros e técnicos da Unidade de Sistemas a Gasolina situada em Campinas.

¹¹ BRANDÃO, engenheiro da Bosch envolvido no desenvolvimento da tecnologia flex, citado por Rachel Bueno em Sucesso de público impulsiona desenvolvimento de carros que aceitam espécies diferentes de combustíveis Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-autobosch.shtml>> Acesso em: 19/08/2006.

Inicialmente o desafio para a equipe de engenheiros, foi detectar as quantidades de gasolina e álcool a partir de um sensor que os carros já possuíam. Este faz parte do desenho dos automóveis desde que se tornou obrigatório controlar a quantidade de poluentes lançados na atmosfera, e fica localizado no escapamento, sendo responsável por medir a quantidade de oxigênio necessária a combustão. Bastava adaptá-lo à nova função, uma vez que, pela quantidade de oxigênio detectada, seria possível saber a proporção entre gasolina e álcool presente no tanque do automóvel. Como essa medição é feita depois que o carro está ligado, seria necessário um software rapidíssimo que processasse essa informação e a enviasse ao motor para que ele se adaptasse ao combustível a ser utilizado. A Bosch desenvolveu também esse programa de computador. (LIMA; ACORSI, 2006)

Conforme (LIMA; ACORSI, 2006)¹²,

Toda a tecnologia do carro bicomustível foi criada no cinturão de alta tecnologia que se desenvolveu nas imediações da cidade do interior paulista. Foi uma rara conjunção, no Hemisfério Sul, de três condições que fazem brotar grandes idéias: oportunidade de mercado, concorrência forte e ambiente tecnológico.

Fica evidente de acordo com o exposto nos parágrafos anteriores, que o catch-up proporcionado pela atuação das multinacionais instaladas no Brasil, contou com a ocorrência dos spill-over de conhecimento, dados através do intercâmbio de informações e conhecimento não só de profissionais brasileiros de outras localidades fora de São Paulo, como também pelos contatos firmados com os profissionais das sedes dessas multinacionais localizadas em outros países. Também percebe-se, que apesar de o Brasil não contar com um Sistema de Inovação desenvolvido e atuante, vários fatores e elementos que o compõem foram verificados atuando no desenvolvimento dessa tecnologia. A atuação da universidade de Campinas, tanto no caso da tecnologia da Bosch quanto da Marelli, a qual será apresentada nos parágrafos que seguem, foi decisiva para o suprimento do pessoal capacitado necessário ao desenvolvimento do sistema flex. Além da atuação da universidade, cabe ressaltar os

¹² LIMA, J. G. de; ACORSI, F. A riqueza é o saber. **Veja**. São Paulo, 01/02/2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/canal_aberto/clipping/janeiro2006/clipping300106_veja.htm> Acesso em :19/08/2006.

incentivos fiscais dados pelo governo com a redução do IPI, para os veículos com motores flex.

No entanto, a trajetória seguida pela multinacional alemã, não foi curta. Ressalta-se que no caso da tecnologia flex, todas as etapas de seu desenvolvimento foram realizadas no Centro de Competência Mundial para Desenvolvimento e Aplicação de Sistemas para Combustíveis Convencionais e Oxigenados, na unidade de Sistemas a Gasolina, cuja sede está localizada na cidade de Campinas (SP). Esta unidade destaca-se pelos trabalhos pioneiros no desenvolvimento do sistema de injeção a álcool e dos sistemas multicomcombustíveis, Flex Fuel e Tri Fuel.

Conforme artigos publicados no site¹³ da empresa, a atuação da Bosch na introdução de inovações em injeção eletrônica no Brasil, teve início há aproximadamente vinte anos, com o desenvolvimento de componentes dos sistemas específicos para o uso de álcool combustível, em 1983. Anos depois, em 1988, foi lançado o primeiro veículo no Brasil com injeção eletrônica de combustível (VW Gol GTI com LE Jetronic + controle eletrônico de ignição).

O início do desenvolvimento da tecnologia Flex Fuel e o início do desenvolvimento do módulo da bomba de combustível pela Bosch deu-se em 1992. No ano seguinte, em 1993, foi apresentado o primeiro carro no mundo com sistema de injeção de combustível multiponto a álcool (GM Ômega 2.0l com M1.5.2) e o primeiro motor turbo brasileiro com injeção de combustível (Tempra Turbo – M1.5.2). Mais uma vez pioneira, a empresa apresentou no Brasil, em 1994, o primeiro carro conceito um GM Ômega 2,0l, equipado com o sistema Flex-Fuel que reconhece e adapta, automaticamente, as funções de gerenciamento do motor para qualquer proporção de mistura de álcool e de gasolina que esteja no tanque.

Dando continuidade ao desenvolvimento de novas tecnologias multicomcombustíveis, em 2003, a Bosch deu início ao desenvolvimento da tecnologia Tri-Fuel, apresentando o protótipo com o motor aspirado. Esta tecnologia tem a vantagem de permitir que o veículo se locomova utilizando o GNV (Gás Natural Veicular), além do álcool e da gasolina tendo como resultado o melhor desempenho de

¹³ Para maiores informações consulte o Site da Bosch: <www.bosch.com.br> Acesso em: 25/05/2006.

cada um dos três combustíveis. No entanto, o time de engenheiros levou cerca de onze meses para concluir o carro Tri-Fuel planejado e mais nove meses para se atingir a versão turbo que continua sendo aprimorada. O primeiro carro com sistema Tri-Fuel saído de fábrica, um Astra Multipower GM, só ocorreu em 2004. No mesmo ano, a Bosch também apresentou um protótipo da tecnologia Tri-Fuel com motor turbo (Turbo Tri-Fuel).

Na América Latina, os investimentos previstos pela multinacional para o ano de 2005, foram de R\$ 350 milhões (OLMOS, 2004). Este valor, segundo o mesmo artigo, representa 10% da receita da filial no ano de 2004. Esses investimentos não foram realizados por acaso. Só no Brasil a Bosch instalou três Centros de Competência Mundial em desenvolvimentos de produtos: em Curitiba localiza-se o Centro de Tecnologia Diesel; em Campinas, está o Centro de Desenvolvimento de Motores de Arrefecimento e Partida para Veículos Pequenos e o Centro para Desenvolvimento e Aplicação de Sistemas para Combustíveis Convencionais e Oxigenados - pertencente à Unidade de Sistemas a Gasolina, onde é feito o desenvolvimento das tecnologias Flex-Fuel e Tri-Fuel. (id.)

A unidade de Campinas, segundo (BRITO, 2003), conta com um time de aproximadamente mil funcionários e produz 7,2 milhões de válvulas de injeção, das quais metade são destinadas a exportação, principalmente para os EUA onde são utilizados motores que operam com gasolina pura e misturada ao álcool, e 2 milhões de bombas de combustível. Somente no Brasil, o mercado para a injeção eletrônica é estimado entre R\$ 1,2 bilhão a R\$ 1,3 Bilhão, sendo que à Bosch é atribuído 30% do segmento. Com relação ao faturamento da Bosch na América Latina, abrangendo todas as divisões é de cerca de R\$ 2 bilhões.

A introdução de inovações tecnológica pela multinacional alemã na unidade Campinas, no que diz respeito aos motores híbridos que operam com mais de um combustível, não foi finalizada com o desenvolvimento dos sistemas Flex-Fuel ou Tri-Fuel. A empresa já estuda o lançamento de um sistema para equipar automóveis que rodem com quatro combustíveis.

Conforme mencionado inicialmente, a inviabilização para comercializar a tecnologia flex pela alemã Bosch, foi devida à presença do sensor de elevado custo em seu sistema. O que tornaria mais barato o produto, seria a presença de um software para fazer a identificação do combustível em uso, em substituição a esse sensor. No entanto, apesar de a Bosch ter desenvolvido esse software para equipar o seu sistema, precisou enfrentar a concorrência de outras duas empresas multinacionais instaladas no Brasil: a Magnetti Marelli e a Delphi. Dessas, a italiana Marelli, acabou sendo a concorrente direta da Bosch, já que foi a pioneira na introdução do software no sistema flex saindo à frente, com a comercialização da tecnologia integrada pelo componente mais acessível.

O parágrafo anterior, expõem a idéia apresentada no capítulo teórico desse trabalho, referente a mudança de trajetória tecnológica seguida por uma empresa frente a presença de concorrentes. Inicialmente, a Bosch havia apresentado o sistema flex baseado naquele já existente nos E.U.A, o qual era composto por um sensor de alto custo e que era inadequado para o combustível e para a realidade brasileira. Isso tornou inviável a produção dos motores flex pela empresa. Após alguns anos, a Magneti Marelli lançou o sistema flex que ao invés do sensor importado de alto custo, era constituído por um software mais barato e com a vantagem de ser desenvolvido no Brasil por engenheiros brasileiros. Frente à concorrência da italiana, a Bosch percebendo que poderia perder mercado e prevendo a lucratividade do negócio, abandonou a utilização do sensor e assim como a italiana também investiu na introdução do software em seu sistema. Com isso, acredita-se que houve uma mudança de paradigma tecnológico, pois a trajetória tecnológica inicialmente traçada pela multinacional alemã, teve que ser interrompida face à concorrência e à ameaça de perda de mercado. Essa ameaça foi imposta não só pela presença da italiana, mas também pelo fato desta empresa iniciar a produção de um componente substituto, mais barato que o utilizado pela Bosch.

A tecnologia desenvolvida pela Magneti Marelli localizada na cidade de Hortolândia, em São Paulo, denominada SFS - Software Flexfuel Sensor é caracterizada por ser totalmente nacional. Esta tecnologia, é constituída por um

programa de computador implantado diretamente no módulo de comando da injeção eletrônica e que é responsável pela identificação automática do combustível que está sendo utilizado.¹⁴

Até 2003, a empresa já tinha gastado cerca R\$ 3 milhões para desenvolver o software que faz a identificação do combustível em uso, sendo que foram necessários 12 meses entre pesquisa e desenvolvimento para chegar ao novo motor aspirado. Para tanto, assim como a empresa Bosch, também a equipe de engenheiros da italiana Magneti Marelli, contou positivamente com a localização geográfica da empresa nas proximidades da Unicamp. A atuação da Universidade de São Paulo, neste caso foi bastante positiva, já que a empresa mantém um laboratório de pesquisa em eletrônica dentro das instalações da universidade. Atualmente, a tecnologia da Marelli desenvolvida no Brasil, equipa cerca de 65% dos carros bicomcombustível em solo brasileiro e já está sendo estudada a possibilidade dessa tecnologia ser exportada. (id.)

Os pesados investimentos realizados pela multinacional italiana e que resultaram na tecnologia flex, certamente não foram em vão. Em A TECNOLOGIA Flex¹⁵, foi relatado que:

A Magneti Marelli faturou R\$ 1,243 bilhão em 2004, sendo que 27% deste valor corresponde à Controle Motor, unidade responsável pelo desenvolvimento e produção dos sistemas de injeção eletrônica. Em 2004, cerca de 850 mil sistemas deixaram as linhas automatizadas da fábrica de Hortolândia, no interior de SP. A unidade trabalha hoje com um plano de investimentos de R\$ 69 milhões (até o final de 2005) para ampliar a capacidade da produção, desenvolver novos produtos, entre eles concluir a tecnologia TETRA FUEL (permite que o carro rode com quatro combustíveis – álcool, gasolina pura ou nafta, gasolina aditivada ou GNV - gás natural veicular), e manter-se na liderança tecnológica do mercado de flexíveis. “O flex já nos exigiu mais de R\$ 9 milhões em desenvolvimento e vamos investir outros R\$ 9 milhões na evolução desta tecnologia, pois este é um mercado que tende a crescer cada vez mais, seja no Brasil, seja no exterior”. aposta Bonfiglioli

A tecnologia brasileira devido aos resultados obtidos pelas empresas envolvidas em seu desenvolvimento e à aceitação dos veículos equipados com o sistema, já despertou a atenção de alguns países no cenário internacional. Por ser uma tecnologia que possibilita a locomoção dos veículos mediante a utilização de

¹⁴ Informação extraída de <<http://www.magnetimarelli.com.br>> Acesso em: 20/08/2006.

¹⁵ A TECNOLOGIA Flex. Disponível em: <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/flexfuel.htm>> Acesso em: 14/08/2006.

combustíveis menos poluentes, o álcool polui menos que a gasolina, alguns países avançados, como Suécia, Japão e Canadá, preocupados com a redução da poluição ambiental e com o intuito de cumprir as determinações do protocolo de Kioto, cogitam a possibilidade de introduzir essa tecnologia em seus veículos. Países asiáticos como a China e a Índia, já enviaram profissionais ao Brasil para estudarem o projeto da tecnologia flex, com a idéia de futuramente produzirem seus veículos equipados com esse sistema. A China apesar de ter enviado cientistas ao Brasil, recentemente encomendou à empresa Magneti Marelli um projeto de veículo bicomcombustível, certamente para estudar mais detalhadamente a tecnologia em seu país. Já o interesse da Índia é atribuído ao fato desse país ser o segundo maior produtor mundial de cana-de-açúcar e portanto, assim como o Brasil dispor de uma infra-estrutura para abastecimento de álcool combustível em fase de maturação.¹⁶

Contudo, após conquistar o mercado automotivo nacional, a tecnologia desenvolvida no Brasil, já está sendo cobiçada por alguns países estrangeiros. É interessante observar, diante do que foi exposto neste capítulo, que apesar do Brasil ser caracterizado como uma economia em desenvolvimento, o país dispõe de capacidade para desenvolver tecnologias e introduzir inovações tecnológicas. No caso da tecnologia flex, o catch-up deu-se com a participação de duas multinacionais, as quais contaram com a colaboração de profissionais brasileiros formados em universidades brasileiras. É possível, concluir que essa tecnologia representa mais do que um catch-up tecnológico e econômico, pois o Brasil que de início importava idéias, conhecimentos e tecnologias de países avançados, tornou-se com o desenvolvimento da tecnologia flex um país promissor na exportação tanto de tecnologias quanto de conhecimentos.

¹⁶ Este parágrafo teve como referencial teórico o artigo: ALTA DO Petróleo e Aquecimento Global Tomam Experiência Brasileira em Carros Bicomcombustível Referência Mundial. **Valor Econômico**, São Paulo, 09 Setembro 2005. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/le-bicomcombustivel.shtml>> Acesso em: 05/08/2006.

4 CONCLUSÃO

O estudo do desenvolvimento tecnológico e da introdução de inovações em países em desenvolvimento como o Brasil, permite compreender o papel que o esforço inovativo desempenhado por uma indústria representa para o ganho de competitividade buscado por ela. Há diversos fatores, atores e instituições envolvidos neste processo. Um primeiro fator importante é a existência de um Sistema de Inovação atuante no país. Permite-se com a sua existência, um maior suporte e apoio as empresas inovadoras, mediante a cooperação de todos os atores e instituições que o compõe, fato este que acaba por repercutir na redução da fronteira tecnológica que afasta os países em desenvolvimento daqueles tecnológica e economicamente mais desenvolvidos. Isto caracteriza o catch-up tecnológico.

Neste contexto, é fundamental o papel desempenhado pelas universidades dando o suporte necessário às indústrias que objetivam desenvolver inovações tecnológicas. A UNICAMP, em Campinas, dada sua localização nas proximidades das duas empresas analisadas neste estudo, teve uma grande participação no desenvolvimento da tecnologia estudada, tanto pela formação dos engenheiros envolvidos, quanto pelo suporte proporcionado, já que uma das empresas dispõe de um laboratório de pesquisa em eletrônica localizado no interior de suas instalações. Mais uma vez ressalta-se a importância da capacitação e do aprendizado adquirido pelos profissionais empregados.

Outro importante fator de peso no desenvolvimento de inovações tecnológicas é a dotação de pessoal qualificado e capacitado presente no país. O estoque de conhecimento existente é fundamental para que os trabalhadores possam colocar em prática os projetos estudados. Além do mais, são um requisito para desenvolver novas idéias e aprimorar os produtos já existentes. É interessante perceber o quanto é importante haver o intercâmbio de informações, conhecimentos e de idéias entre os profissionais dos países em desenvolvimento com aqueles dos países avançados. Isto esteve presente no desenvolvimento da tecnologia flex, a qual apesar de ser uma tecnologia brasileira, desenvolvida por engenheiros brasileiros, ocorreu nas instalações de duas empresas multinacionais, fator que possibilitou a troca de

informações com os profissionais das sedes localizadas em outros países. Este intercâmbio contribui para que o aprendizado dos profissionais envolvidos no desenvolvimento de tecnologias aumente.

Os gastos em P&D realizados em um país são outro indicativo da capacidade que o país tem de introduzir e desenvolver inovações tecnológicas. No caso do Brasil, estes gastos são notadamente atribuídos às universidades públicas, sendo que às empresas privadas que deveriam ser as maiores interessadas em realizar tais gastos, participam muito fracamente. Apesar das dificuldades ainda presentes no cenário brasileiro, é possível com o estudo da tecnologia flex, concluir como é possível com os poucos recursos disponíveis alcançar o catch-up e possibilitar um maior desenvolvimento tecnológico e inovativo no país.

No caso específico dos motores flex, a atuação das multinacionais permitiu que os engenheiros brasileiros empregados por elas, desenvolvessem uma tecnologia que pode ser caracterizada como impulsionadora de um fenômeno que produziu mais do que um simples catch-up tecnológico. Além de todos os fatores que o caracterizam, o Brasil que antes importava tecnologias de países avançados passou com a produção dos motores flex, exportar não só os componentes do sistema como também o conhecimento envolvido no desenvolvimento da tecnologia. Isso, ocorreu com o interesse e vinda de profissionais e cientistas de outros países ao Brasil, para estudar o projeto nos laboratórios de uma das empresas envolvidas. Também é possível caracterizar a tecnologia flex como sendo resultante de um processo que iniciou-se com a imitação e terminou com a inovação. A fase da imitação foi caracterizada pela tentativa de produzir um veículo com um sistema equipado por um sensor, assim como era feito nos E.U.A. No entanto, devido ao elevado custo do componente necessário para fazer a identificação do combustível em uso, essa tentativa teve que ser abandonada e o componente substituído por um software mais barato produzido por engenheiros brasileiros. Foi nesta etapa que verificou-se a passagem de uma imitação para uma inovação.

Outra conclusão que se tira do estudo dessa tecnologia, foi a necessidade de uma das empresas envolvidas mudar a trajetória tecnológica inicialmente traçada por

ela. Com a entrada de uma concorrente de peso no mercado, presenciada pelo desenvolvimento do sistema equipado com o software, obra da Magneti Marelli, a Bosch que inicialmente produzia o sistema com o sensor, viu-se diante do impasse de também produzir e introduzir o software em seu sistema, com o intuito de não perder competitividade, lucratividade e a posição no mercado.

Diante das conclusões anteriormente relatadas é possível afirmar-se que o objetivo desse estudo foi atingido, já que o estudo de caso sobre a tecnologia flex demonstrou como é possível para um país em desenvolvimento como o Brasil atingir o catch-up via Investimentos Direto Estrangeiros, mediante a atuação de empresas multinacionais. Em outras palavras, conclui-se que: é possível fazer catch-up em países em desenvolvimento; o catch-up via multinacionais é possível e que o caso da tecnologia flex é de fato resultado de um processo de catch-up via multinacionais. Além disso, no caso desta tecnologia foi possível verificar: a importância do sistema de inovação e do aprendizado local, bem como a ocorrência de um aumento da P&D e da atividade inovativa realizados pelas empresas. Como resultado é possível afirmar que houve desenvolvimento tecnológico no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A TECNOLOGIA Flex. Disponível em: <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/flexfuel.htm>>
Acesso em: 14/08/2006

ALBUQUERQUE, M. E. da **A Apropriabilidade dos frutos do Progresso Técnico**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: Editora Hucitec, 2006. Cap.10.

ALTA DO Petróleo e Aquecimento Global Tornam Experiência Brasileira em Carros Bicombustível Referência Mundial. **Valor Econômico**, São Paulo, 09 Setembro 2005. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/le-bicombustivel.shtml>> Acesso em: 05/08/2006.

BONELLI, R.; GONÇALVES, R. R. **Para Onde vai a Estrutura Industrial Brasileira?**. Texto para discussão nº 504. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/1998/td_0540.pdf>. Acesso em: 20/03/2006.

BRITO, A. Bosch Anuncia Sistema para Equipar Motor Tricombustível. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 22 maio 2003. Disponível em: <<http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/71763.htm>> Acesso em: 20/06/2006.

BUENO, R. **Sucesso de público impulsiona desenvolvimento de carros que aceitam espécies diferentes de combustível**. [São Paulo], 16 setembro 2004. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-autobosch.shtml>> Acesso em: 19/08/2006.

CASSIOLATO, J. E. **Interação, Aprendizado e Cooperação Tecnológica**. Texto para Discussão. Rio de Janeiro, Agosto de 2004. Disponível em: <<http://www.ricyt.org/interior/subredes%5Cinnova%5Cdocs/Cassiolato.pdf>>. Acesso em : 20/04/2006.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Arranjos e Sistemas Produtivos Locais na Indústria Brasileira**. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/rev20010424_04.pdf>. Acesso em: 14/03/2006.

CASSIOLATO, J. E. **Knowledge, learning and development: policy lessons from the Mercosur experience**. Disponível em: <<http://www.druid.dk/summer2000/Gallery/cassiolato.pdf>>. Acesso em: 14/03/2006.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistemas de Inovação: Políticas e Perspectivas.** Maio de 2000. Disponível em: <<http://ftp.unb.br/pub/UnB/ipr/rel/parcerias/2000/1767.pdf>>. Acesso em: 15/03/2003.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Novas Políticas na Era do Conhecimento: O Foco nos Arranjos Produtivos Locais.** Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/redesist/Artigos/LasCasParcerias.pdf>>. Acesso em: 20/04/2006.

CASSIOLATO, J. E. **Que Futuro para a Indústria Brasileira?** Disponível em: <http://pab.mdic.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOpormnidades/fntIndustria_00.pdf>. Acesso em: 28/03/2006.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Análise Setorial e Regional dos Transbordamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na Indústria Paulista.** Texto para Discussão nº 1090. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, maio de 2005. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2005/td_1090.pdf>. Acesso em: 04/05/2006.

CASTILHOS, C. C. **Investimentos Diretos do Exterior, Sistemas Locais de Produção e Políticas Públicas.** Disponível em: <<http://www.geocities.com/tercercoloquio2003/coloquio/castilhos.PDF>>. Acesso em: 20/03/2006.

CASTRO, A. B. de **Implicações da Sociedade da Informação nos Países em Desenvolvimento.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: “SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO: INSTITUIÇÕES E ESTRATÉGIAS NO LIMAR DO SÉC. XXI, 2006”. Disponível em: <<http://www.profforma.pt/seminario/doc/finalBarros2.doc>> Acesso em: 20/03/2006.

COSTA, C. A. N.; ARRUDA, C. A. **Em Busca do Futuro: A Competitividade no Brasil.** Rio de Janeiro: Campus, 1999.

CRUZ, C. H. B. de **O salto que falta. Veja**, São Paulo, n. 1969, 16 agosto 2006. p. 11-15. Entrevista concedida a Carlos Rydlewski..

EASTERLY, W. R. **O Espetáculo do Crescimento.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

ERBER, F. S. **O Padrão de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico e o Futuro da Indústria Brasileira.** *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro: UFRJ, v. 5, 26 p. Edição especial. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/revista/pdfs/o_padrao_de_desenvolvimento_industrial_e_tecnologico_e_o_futuro_da_industria_brasileira.pdf> Acesso em: 20/05/2006.

FERRAZ, K. H. **Made in Brazil: Desafios Competitivos para a Indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KIM, L.; NILSON, R. R. **Tecnologia, Aprendizado e Inovação: As Experiências das Economias de Industrialização Recente**. São Paulo: Unicamp, 2005.

LALL, S. A **Mudança Tecnológica e a Industrialização nas Economias de Industrialização Recente da Ásia: Conquistas e Desafios**. In KIM, L.; NILSON, R. R. **Tecnologia, Aprendizado e Inovação: As Experiências das Economias de Industrialização Recente**. São Paulo: Unicamp, 2005. Cap. 2.

LAHÓZ, A.; CAETANO, J. R. A China que Assusta. **Exame**, São Paulo, n.9 , ed. 842, 11 maio 2005.

LIMA, J. G. de; ACORSI, F. A riqueza é o saber. **Veja**, São Paulo, 01/02/2006. Disponível em: <http://www.unicamp.br/canal_aberto/clipping/janeiro2006/clipping300106_veja.htm> Acesso em :19/08/2006.

LOURES, R. C. R. da, **Aprofundar a Política Industrial Brasileira**. Disponível em: < <http://www.ipd.org.br/academia/?webpContentPid=3322>> Acesso em: 14/03/2006.

MAISTRO, M. M. C. **Documento sem Título**. 2006. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/arquivo/2006/espaco69jul/atualiza/dicas.htm>> Acesso em: 18/08/2006.

MURRAY, D. B. **Políticas e Métodos de Desenvolvimento Industrial**. Rio de Janeiro: Forense, 1970.

NETO, I. R. **Inovação Tecnológica**. [1997]? Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/revista/vol2/art1.htm>> Acesso em: 23/04/2006.

OLMOS, M. Bosch Investirá R\$ 350 milhões no País em 2005. **Valor Econômico**, São Paulo, 03 setembro 2004. Disponível em: < <http://www.inovacao.unicamp.br/report/le-bosch.shtml>> Acesso em: 04/07/2006.

PEREIRA; J. M. **Política Industrial e Tecnológica e Desenvolvimento**. Texto para Discussão nº 28. Brasília: Universidade de Brasília, julho de 2004. Disponível em: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/jmp-pitd.doc>> Acesso em : 20/03/2006.

PESSALI, H. F.; FERNANDEZ, R.G. **A Tecnologia na Perspectiva da Economia Institucional**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006. Cap.4.

QUEIROZ, S. **Política de Desenvolvimento de Atividades Tecnológicas em Filiais Brasileiras de Multinacionais**. In: **Políticas Públicas/FAPESP**, 2005, Campinas. **Relatório Científico**. Disponível em: <http://geein.fclar.unesp.br/tv/260805/Fapesp_pol_pub_rel_fase1_final.pdf#search=%22DESENVOLVIMENTOS%20DO%20SISTEMA%20FLEX%20BI%20COMBUSTIVEL%22> Acesso em: 20/06/2006.

ROVERE, R. L. **la, Paradigmas e Trajetórias Tecnológicas**. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006. Cap.12.

SILVA, C. **Motor Flex: Paternidade Disputada**. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 07 novembro 2004. Disponível em: <<http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/83509.htm>> Acesso em: 13/07/2006.

TIGRE, P. B. **Inovações e Teorias da Firma em Três Paradigmas**. **Revista de Economia Contemporânea** Nº 3. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, janeiro-junho de 1998.

UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). **Industrial Development Report**. Vienna, 2005.

VERSIANI, F. R.; SUZIGAN, W. **O Processo Brasileiro de Industrialização: Uma visão Geral**. Texto para discussão Nº 10. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, junho de 1990. Disponível em: <http://www.unb.br/face/eco/bmueller/versiani_suzigan.pdf>. Acesso em: 02/04/2006.

VELLOSO, J. P. R. dos, **Estratégia Industrial e Retomada do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: José Olympo, 1992.