

ESTRUTURA TECNOLÓGICA E ABERTURA COMERCIAL NO BRASIL

Michele Cristina Silva Melo¹
Ana Urraca Ruiz²
Marta Castilho³

RESUMO: Alterações na estrutura de comércio podem afetar também a estrutura tecnológica de um país, uma vez que a relação entre as estruturas produtiva, comercial e tecnológica é um dos componentes que determinam as competências tecnológicas de um país. No início dos anos 90, foram implementadas diversas reformas econômicas liberalizantes, dentre elas a liberalização das importações. Desde então, a especialização comercial e tecnológica da economia brasileira vem se alterando, sendo marcada pelo avanço da indústria intensiva em recursos naturais. O presente artigo buscou verificar em que medida a estrutura exportadora e a tecnológica se relacionaram no período pós-abertura. Por um lado, a análise da evolução das quotas de patentes mostra que, embora o nível de registro de patentes no Brasil ainda seja baixo em relação ao resto do mundo e que não tenhamos nos movido ativamente em direção a setores tecnologicamente mais dinâmicos, essa situação vem mudando no período recente para quatro dos cinco grupos de indústrias analisados. Por outro lado, a análise comparativa das estruturas de especialização comercial e tecnológica mostrou que as vantagens tecnológicas observadas nos anos mais recentes estão associadas às vantagens comerciais passadas, sugerindo que a relação entre as duas especializações é do tipo “*demand pull*”.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura Tecnológica; Estrutura Comercial; Mudança Estrutural.

ABSTRACT: Changes in trade structure can also impact the technological structure of a country, since the relationship between the structure of production, trade and technology is one of the components that determine the technological capability of a country. In the early 90s, were implemented several liberalizing economic reforms, among them the liberalization of imports. Since then, commercial and technological specialization of the Brazilian economy is changing, being marked by the progress of natural resource-intensive industry. This article aims to evaluate the extent to which export structure and technology were related in the post-trade liberalization. On the one hand, the analysis of the evolution of the shares of patents shows that, although the level of patenting in Brazil is still low compared to the rest of the world and the country hasn't moved actively toward more technologically dynamic sectors, this situation has been changing in recent years for four of the five industry groups analyzed. On the other hand, the comparative analysis of the structures of commercial and technological specialization showed that the technological advantages observed in recent years are associated with the commercial advantages past, suggesting that the relationship between them is of the type “*demand pull*”.

KEY WORDS: Technological Structure; Commercial Structure; Structural Change.

ÁREA ANPEC: Área 8 – Economia Industrial e da Tecnologia.

CODIGO JEL: O33.

¹ Professora Assistente do Departamento de Ciências Econômicas de Campos dos Goytacazes da Universidade Federal Fluminense. Email: michelecsmelo@gmail.com

² Professora Associada do Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense. Email: anauracaruz@gmail.com

³ Professora Adjunta do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Email: castilho@ie.ufrj.br

INTRODUÇÃO

A crise macroeconômica vivida pelo Brasil nos anos 1980 marcou o final do modelo de substituição de importações. A mudança no cenário externo e interno levaram à uma redefinição das prioridades em termos de política econômica e uma consequente reorientação das políticas industriais e comerciais domésticas. Essas mudanças começam a se delinear na segunda metade da chamada década perdida, mas são adotadas de forma mais veemente com as reformas econômicas adotadas no início dos anos 1990. É nesse momento que fica clara a redefinição do papel do Estado e da prioridade dado ao mercado na definição da alocação de recursos. Um conjunto de reformas liberalizantes é então adotado, sendo o processo de abertura comercial um dos seus principais componentes.

A reforma comercial foi caracterizada pelo estabelecimento de um cronograma de redução das tarifas aduaneiras até 1994, quando foi adotado o regime de câmbio fixo no âmbito do Plano Real. Este fato é relevante, pois a sobrevalorização da moeda que se seguiu à estabilização aprofundou os efeitos da abertura ao baratear as importações. De todo modo, observou-se a intensificação do comércio exterior brasileiro ao longo dos anos 90, o que fica evidente pela comparação dos coeficientes de comércio entre 1989 e 1998. Houve um aumento tanto do coeficiente de exportações como do coeficiente de importações, sendo maior o aumento desse último. O maior crescimento das importações relativamente às exportações teria consequências sobre o saldo comercial, que foi negativo entre 1994 e 2000, e que estaria na origem da crise de Balança de Pagamentos que levaria à desvalorização do Real em 1999. Em termos de composição dos fluxos de comércio, do lado das importações, os setores intensivos em tecnologia e em capital tiveram sua participação ampliada. Do lado das exportações, as indústrias intensivas em recursos naturais ganharam importância ao longo da década – ganho esse que se acentuou nos anos 2000 – enquanto as indústrias intensivas em escala viram seu peso se reduzir significativamente desde o início da década.

Conforme Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996), a indústria brasileira havia chegado ao final dos anos 80 com uma defasagem tecnológica importante relativamente à indústria mundial, o que refletia em grande medida o baixo nível de investimento durante a década perdida. Diante da instabilidade macroeconômica dos anos 80, no momento anterior ao processo de abertura comercial, as estratégias empresariais estavam focadas no aumento da produtividade através unicamente da redução do “emprego”. No início dos anos 90, com a implementação da abertura comercial e dos programas de aumento da qualidade (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade)⁴, o foco de redução de custos se dirigiu para o processo produtivo. A partir do Plano Real, a sobrevalorização da moeda brasileira, barateou ainda mais insumos e maquinário importado, reforçando tais estratégias. Ao final da década de 90, a produtividade da indústria brasileira tinha aumentado significativamente em virtude dos ajustes feitos na organização da produção, que implicaram na redução das linhas de produtos, desverticalização da produção, terceirização das atividades e o abandono de linhas de produtos de maior nível tecnológico em favor de produtos mais padronizados (Ferraz, Kupfer e Haguenaer, 1996). Os efeitos em termos de redução do emprego também foram significativos, tendo o país alcançado taxas de desemprego recordes ao final da década.

Nos anos 2000, as condições externas se alteraram bastantes e a economia brasileira passou por um período de retomada do crescimento econômico e de forte intensificação dos fluxos de comércio. Em termos de estrutura produtiva e comercial, percebe-se um aprofundamento de algumas das mudanças observadas na estrutura das exportações desde a virada da década de 90, em particular, a crescente importância das indústrias intensivas em recursos naturais. No período mais recente, perdem importância as exportações da indústria intensiva em trabalho. O crescimento do mercado doméstico e da demanda mundial por *commodities* são os principais fatores explicativos dessa evolução, que tem suscitado um debate acalorado sobre as perspectivas de crescimento da economia e, em particular, da indústria brasileira.

⁴ O PBQP se inseria na Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), cuja implementação acabou se restringindo à abertura comercial e aos estímulos para melhora da qualidade dos produtos nacionais via certificação basicamente. Os demais programas que visavam aumentar a competitividade e incentivar a inovação e o desenvolvimento tecnológico não foram adiante.

O objetivo do presente artigo é verificar se a estrutura tecnológica do Brasil se modificou após o processo de abertura comercial. As alterações na estrutura de comércio podem afetar também a estrutura tecnológica, uma vez que a relação entre as estruturas produtiva, comercial e tecnológica é um dos componentes que determinam as competências tecnológicas de um país. Aqui, pretende-se ver se as mudanças no comércio, induzidas pela abertura, influenciaram ou guardam alguma relação com a estrutura tecnológica da economia brasileira. Para analisar as relações entre abertura e estrutura tecnológica, são adotados dois procedimentos. O primeiro consiste em decompor o crescimento do número de patentes registradas pelo Brasil (indicador utilizado para caracterizar a estrutura tecnológica) a fim de examinar os fatores determinantes de sua evolução. O segundo consiste em realizar uma correlação de *rankings* entre a especialização comercial e a tecnológica brasileiras (com base nos Índices de Vantagens Comerciais Reveladas e de Vantagens Tecnológicas Reveladas).

Além desta introdução, o artigo está organizado em cinco seções, incluindo a conclusão. A primeira faz referência à discussão sobre o papel da estrutura tecnológica e seus *links* com as estruturas produtiva e comercial. A segunda apresenta a metodologia e a base de dados utilizada no trabalho. O processo de abertura comercial e seus efeitos são apresentados na terceira seção. A estrutura tecnológica e sua evolução são discutidas na seção 4.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao considerar a tecnologia como o resultado de um “processo de produção de conhecimento”, a estrutura tecnológica pode seguir a definição estabelecida para a estrutura produtiva, isto é, um conjunto das contribuições tecnológicas através dos campos de conhecimento técnico (Meliciani, 2002; Brusoni e Geuna, 2003). Como a literatura neoschumpeteriana argumenta, o “processo de produção de conhecimento” envolve o uso contínuo de diferentes tipos de atividades de aprendizado para criar e acumular novos conhecimentos em competências tecnológicas. Então, de alguma forma, a estrutura tecnológica de um país expressa a distribuição das competências tecnológicas por todos os campos técnicos em que o país é ativo.

O enfoque neoschumpeteriano enfatiza, ainda, que as distribuições específicas das competências e capacitações tecnológicas são determinadas por dois grupos de forças. O primeiro, de caráter autônomo, representa as forças da própria dinâmica da mudança técnica. O segundo, de caráter indutivo, é representado pelo Sistema Nacional de Inovação, o qual inclui o papel das instituições que, por extensão, conduzem os caminhos autônomos da mudança técnica. À estas forças pode ser adicionada uma terceira, de caráter estrutural, que emerge da relação entre as estruturas técnica, produtiva e comercial. Este terceiro grupo de relações define a modificação da estrutura tecnológica como outra dimensão da mudança estrutural.

1.1 As forças de caráter autônomas da mudança técnica

As forças autônomas da mudança técnica são os elementos que compõem os “regimes tecnológicos”. Regime tecnológico é uma ferramenta teórica que permite a identificação do ritmo e trajetória tecnológica de acordo com as características de cada tecnologia em termos de apropriabilidade, oportunidade, cumulatividade e demanda (Nelson e Winter, 1977; Dosi, 1988; Cohen, 1995). O uso de diferentes mecanismos de apropriação entre tecnologias está fortemente relacionado às possibilidades de imitação, especialmente quando o conhecimento é incorporado em “artefatos”. Embora os mecanismos de apropriação e sua efetividade variem largamente entre tecnologias, eles tendem a ser estáveis ao longo do tempo porque, em sua extensão, a natureza de sua evolução responde às mudanças regulatórias ou institucionais.

As oportunidades tecnológicas dependem da emergência de paradigmas tecnológicos (Dosi, 1988; Cohen, 1995). A abertura de janelas de oportunidade tecnológica e a aparição de novos micro-paradigmas no cenário internacional podem estimular as “competências nacionais” e levar a realocação de recursos de algumas tecnologias para outras, isto é, mobilidade. Deste modo, mobilidade representa mudanças rumo a uma nova distribuição dos *inputs* tecnológicos entre campos técnicos e, portanto, mudança estrutural

tecnológica. Este efeito da oportunidade tecnológica na Especialização Tecnológica Nacional (ETN) tem levado à ideia de que a especialização inicial “correta” ou “errada” pode determinar futuros perfis de especialização e dinamismo tecnológico. Especializações corretas estão relacionadas com tecnologias com alto grau de penetrabilidade ou com campos tecnológicos com rápida taxa de crescimento de patentes ao longo do tempo, isto é, com elevadas oportunidades tecnológicas. (Huang e Miozzo, 2004; Meliciani, 2002; Montobbio e Rampa, 2005). A especialização neste grupo de tecnologias representam algumas vantagens para o dinamismo tecnológico por ter um enorme potencial de aplicação para novos conhecimentos genéricos e científicos em outras atividades (penetrabilidade) e para o desenvolvimento de mais processos de aprendizado (Huang e Miozzo, 2004). Ao mesmo tempo, a especialização em campos técnicos “inferiores” (baixas oportunidades) podem apresentar algumas dificuldades para se mover para campos técnicos “superiores” (altas oportunidades), especialmente, se não há um arranjo institucional propício e políticas públicas para estimular o “processo de aprendizado” (Vertova, 2001; Jungmittag, 2004). Contudo, evidências empíricas apresentam que apesar de uma especialização inicial desfavorável, países podem apresentar alto dinamismo tecnológico através do processo de imitação e *catching-up* (Laursen, 1999; Meliciani, 2002).

A acumulação tecnológica representa a continuidade da mudança técnica. Dado que cada tecnologia tem uma base de conhecimento específico, a trajetória de crescimento técnico dependerá do caminho em que cada país realizou esforços para adquirir e acumular novos conhecimentos, relacionados com aquela base científica e técnica, isto é, dependerá dos padrões de aprendizado (Malerba, 1992; Malerba e Montobbio, 2003). O conhecimento acumulado através do processo de aprendizado gera a “capacidade de absorção”, na definição de Cohen e Levinthal (1990), a habilidade para reconhecer, compreender, assimilar e aplicar novas informações relevantes. Uma vez que certas vantagens são obtidas, o caráter de domínio-específico da capacidade de absorção gera a “persistência tecnológica”. Contudo, na presença de barreiras internacionais para difusão, os *spillovers* de conhecimento adquirem um distinto caráter nacional. Isto poderia impulsionar os países para situações de *path-dependence* e *lock-in*, o que significa que o futuro reproduz o passado e pequenas diferenças iniciais podem levar para divergências entre ETN e para taxas desiguais de crescimento entre países (Mancusi, 2001) com um elevado grau de irreversibilidade. A noção de persistência explica porque a ETN permanece estável ao longo do tempo, especialmente em campos técnicos com fraca especialização (Mancusi, 2001; 2003). Neste enfoque, ETN é explicada por um “processo histórico único” e não por “dotação de fatores relativos” (Stolpe, 1995).

Finalmente, o fator demanda determina o ritmo e direção da trajetória tecnológica devido a: (a) o tamanho do mercado e a elasticidade da demanda afetam o incentivo à performance dos inovadores (Cohen, 1995:214); e (b) mercado é, de fato, um poderoso mecanismo de seleção (Dosi, 1988). Com relação ao primeiro, a literatura faz algumas hipóteses sobre sua relação com o incentivo a inovar. Embora o tamanho do mercado não determine o nível de gasto em P&D, ele afeta a rentabilidade esperada destes esforços (Cohen e Klepper, 1992; 1996). A elasticidade preço afeta diretamente o benefício marginal dos investimentos em P&D, induzindo as firmas a executar a inovação de produto quando o benefício marginal é alto e inovação de processo quando é baixo (Kamien e Schwartz, 1970). Com respeito ao segundo ponto, a demanda representa um forte mecanismo de seleção para as diversas trajetórias que a mudança técnica pode seguir (Dosi, 1988). Fazendo o paralelo com a teoria Darwinista, a teoria evolucionária da mudança técnica contempla a evolução tecnológica como um processo de criação-seleção onde a reprodução de conhecimento incorporado nas rotinas (genes) coexiste com a destruição de conhecimento por mecanismos de seleção (ambiente). A demanda constitui o componente relativo à seleção ambiental em diferentes caminhos. Por exemplo, a demanda guia a trajetória de avanço tecnológico através da necessidade técnica dos usuários, de acordo com as especificidades do mercado ou produção (Lundvall, 1988) ou também através dos hábitos e necessidades de consumo.

Entre todos os fatores examinados anteriormente, a principal ênfase dada pelos neoschumpeterianos estava na oportunidade tecnológica como responsável pela mobilidade e na acumulação tecnológica como responsável pela persistência (Mancusi, 2003). A despeito de sua alta importância, a demanda tem sido negligenciada como um fator explicativo nos trabalhos teóricos e empíricos sobre ETN. Sua importância é elevada, sob alteração nas condições ambientais que geram a

mudança estrutural, tais como, a integração de mercados. Integração comercial podem apontar a criação ou expansão de novos mercados, bem como sua destruição. Isto é porque a integração altera as expectativas sobre a taxa de crescimento de alguns mercados sobre outros. Tais mudanças poderiam realocar recursos para inovação em direção daquelas tecnologias onde a rentabilidade esperada dos gastos em inovação são mais elevados. Em espaços econômicos integrados, mudanças no ambiente econômico e mecanismos de seleção de mercado e não-mercado geram algumas modificações. Isto afeta especificamente os preços relativos dos *inputs* tecnológicos, requisitos dos usuários, hábitos e necessidades de consumo, requisitos regulatórios e os caminhos dos imperativos tecnológicos são estabelecidos na área integrada.

1.2 As forças de caráter induzidas: Sistema Nacional de Inovação (SNI)

O SNI representa o conjunto de capacidades tecnológicas de um país em termos de esforços nacionais entre todos os campos técnicos e científicos, que incluem o sistema educacional, as habilidades e capacitações da força de trabalho e o desenvolvimento científico nas universidades e centros públicos de pesquisa. O SNI também inclui as inter-relações entre os agentes envolvidos no processo de inovação (firmas, governo, universidade, entre outros) e todos os aspectos institucionais que isto implica (Lundvall, 1988; Nelson, 1993).

O SNI deve ser incluído como parte da estrutura tecnológica nacional por dois motivos. O primeiro é porque qualquer estrutura tecnológica está incorporada no contexto cultural, histórico e social, que por sua vez, são altamente específicos para cada país. As idiosincrasias do SNI também refletem as especificidades do processo de aprendizado e inovação nacionais. E isto pode explicar a persistência dos *gaps* tecnológicos ao longo do tempo. Por exemplo, na presença de baixa especialização e forte desvantagens iniciais, a incapacidade do SNI para favorecer o processo de *catching-up* ou evitar as situações de *lock-in* podem conduzir à permanência no padrão de ETN inicial. A segunda razão se refere ao fato de se identificar o governo como agente ativo e hábil para reordenar a composição das competências científicas e tecnológicas do país (Mancusi, 2001; Vertova, 2001; Brusoni e Geuna, 2003) ou reconduzir as trajetórias setoriais dos sistemas nacionais de inovação para as características específicas do país (Castellacci, 2009). Então, o governo pode articular políticas públicas para realocar recursos para inovação, criar capacidade de absorção em campos de conhecimento onde o país possui competências tecnológicas fracas, tornando possível o *catch-up*.

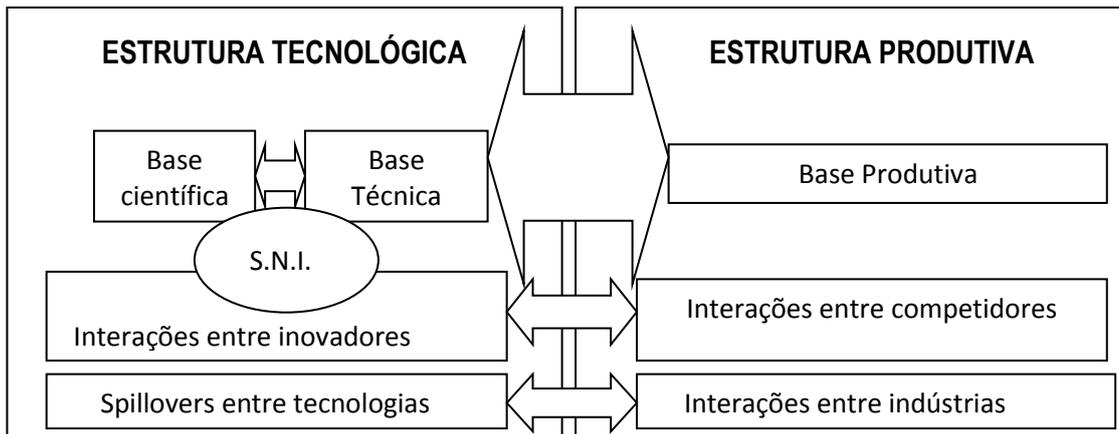
Ao mesmo tempo, governos não podem permanecer indiferentes ao processo de integração. Ao contrário, eles implementam estratégias defensivas para atenuar seus impactos econômicos. A experiência europeia mostrou que tais políticas eram especialmente importantes para os países europeus menos desenvolvidos que registraram um SNI fraco e esforços em P&D muito baixos no setor privado (Espanha, Portugal, Grécia ou Irlanda). Comportamento similar era observado em alguns países asiáticos (China, Índia ou Coreia do Sul) onde os governos realizaram um papel muito ativo na realocação de recursos para inovação e na criação de competências tecnológicas em campos de conhecimento onde as capacitações nacionais não existiam. Este papel ativo do governo em criar capacidade de absorção pode ser um importante fator explicativo para mobilidade tecnológica e usado para compor estratégias defensivas no processo de abertura internacional. A integração econômica não apenas provoca reações autônomas no mercado. Ela também provoca reações que induzem alocações de recursos para acelerar o *catch-up* (caso de países menos desenvolvidos) ou para manter posições de liderança (caso de líderes tecnológicos).

1.3 A estrutura tecnológica e seus links com a estrutura produtiva

A estrutura tecnológica de um país é composta por três elementos: a base técnica criada pelas trajetórias específicas do processo de inovação; os *spillovers*, inter-relações e *links* entre tecnologias; e as relações entre inovadores, que inclui condições de entrada, colaboração e competição tecnológica (Malerba e Montobbio, 2003). A base técnica é determinada pelo número de cientistas e engenheiros, pela alocação de recursos para P&D por campo de conhecimento e pelas diferentes formas através das quais o país adquire e acumula conhecimento (comprando ou contratando tecnologia estrangeira, políticas públicas científicas ou tecnológicas e interações entre todos os agentes envolvidos no processo de

inovação). A estrutura produtiva é composta pela base produtiva, que responde à padrões específicos de especialização produtiva de acordo com a alocação setorial dos *inputs* produtivos (por exemplo, aqueles que podem ser encontrados em indústrias de alta, média ou baixa conteúdo tecnológico; em indústrias intensivas em recursos naturais, conhecimento, capital ou trabalho; entre outros); com o grau de inter-relação entre indústrias, que emergem de uma conexão inter-setorial ao longo da cadeia de produção; e as condições de competição do mercado (concentração, poder de mercado e barreiras à entrada, por exemplo), que incluem cooperação e outros meios de coordenação entre firmas.

Figure 1. Links entre estrutura tecnológica e produtiva



Fonte: Elaboração própria.

Ambas as estruturas estão interconectadas. De um lado, as indústrias diferem na alocação de recursos de P&D e resultados. Então, os países com base técnica superior tendem a ser mais especializados em indústrias intensivas em conhecimento, enquanto países com base técnica inferior tendem a ser mais especializados em indústrias intensivas em trabalho (Stolpe, 1995). Por outro lado, a base técnica esta conectada com a base produtiva na medida em que a base produtiva define as bases de conhecimento específicas para cada indústria, de acordo com produtos e processos produtivos específicos. Sobre estas bases de conhecimentos, as competências tecnológicas são construídas. *Spillovers* entre tecnologias também estão conectadas com as interações industriais, dado que as cadeias produtivas compartilham altas complementariedades tecnológicas. Finalmente, as interações entre inovadores são altamente relacionadas com as interações entre os competidores, através de acordos de colaboração, *joint-ventures*, vantagens de *first-mover* e poder de mercado, entre outros. Apesar da existência deste grupo de relações, a literatura sobre mudança estrutural lida com eles separadamente. O enfoque neoclássico desconsidera a estrutura tecnológica como uma parte da estrutura econômica. Os neoschumpeterianos de alguma maneira reconhecem a interação entre elas, mas focam nos determinantes cuja natureza é tecnológica, negligenciando o *feedback* da estrutura produtiva. Esta é a razão para o foco dos trabalhos neoschumpeterianos no papel do SNI como uma ferramenta teórica que explica a base técnica; para o papel dos *spillovers* entre tecnologias como determinante da especialização e mobilidade entre tecnologias relacionadas (Malerba e Montobbio, 2003; Mancusi, 2003); e as interações entre inovadores como determinante da persistência da ETN, porque as assimetrias entre líderes e seguidores tendem a persistir uma vez que as vantagens de *first-mover* são tomadas (Malerba et al, 1997; Malerba e Montobbio, 2003; Vertova, 2001).

Considerando os fortes *links* entre as estruturas produtiva e tecnológica, é possível que os impactos da integração de mercados na estrutura produtiva tenha alguns reflexos na estrutura tecnológica por algumas razões. Primeiramente, as teorias de comércio internacional preveem que a integração comercial poderia mudar a estrutura produtiva nacional, tornando os países mais especializados naquelas atividades onde já possuem vantagens produtivas, usualmente ligadas à dotação de fatores que tem vantagens. Como a base técnica acompanha a base produtiva é esperado que o país registrasse também mobilidade entre as tecnologias que compõem a base técnica da nova base produtiva. Este tipo de

movimento é especialmente esperado para economias pequenas, que já estão muito especializadas. Se este fenômeno acontece em todos os países, o efeito total será mais especialização com convergência, se a especialização ocorre nos mesmos campos técnicos, ou com divergência, se a especialização se dá em diferentes campos técnicos⁵. Em segundo lugar, de acordo com Stolpe (1995), em ambientes com mercados abertos, a alocação de recursos em atividades de P&D pode responder a mudanças na dotação relativa de fatores para os parceiros comerciais pela “mudança no padrão de especialização para aquelas atividades cuja dotação relativa de fatores constitui uma fonte de vantagens comparativas”. Por último, mercados integrados tornam mais fácil o acesso ao conhecimento e tecnologias, facilitando o processo de *catching-up* tecnológico. As importações de tecnologias incorporadas em bens tornam-se mais baratas e o fluxo de investimento direto pode ser acompanhado por transferência de tecnologia entre unidades de corporações multinacionais entre países (Cameron et al, 2005). O processo de *catch-up* se tornaria mais rápido, especialmente em países com baixo nível de desenvolvimento tecnológico. Um processo rápido de *catch-up* pode mesmo dirigir tais países para desenvolver competências tecnológicas em novos campos de conhecimento e em campos relacionados, e então, para um alto nível de diversificação tecnológica, empurrando os mesmos para convergir com os líderes. Ambos os efeitos podem acontecer simultaneamente. Dado que ambos seguem direções opostas, poderia ser necessário estabelecer medidas para identificar qual é mais importante e qual prevalece sobre o outro.

Finalmente, a trajetória de especialização tecnológica pode seguir a trajetória de especialização produtiva ao longo do processo de desenvolvimento tecnológico e crescimento. Tem sido testado empiricamente que a especialização produtiva se move em diferentes estágios ao longo do processo de crescimento econômico seguindo um formato de curva em U (Imbs e Wacziarg, 2003). No início, os países são fortemente especializados em poucas atividades produtivas. Os países se tornam progressivamente mais diversificados a medida que seu processo de industrialização avança. Mas, quando o processo de industrialização se torna maduro, os países reverterem a tendência de diversificação, se tornando mais especializados novamente. Alguns desses efeitos podem ser esperados para ocorrer quando o processo de *catch-up*, estimulado pela integração de mercado, acelera o desenvolvimento tecnológico nos países seguidores. Estágios iniciais de desenvolvimento tecnológico corresponde à alta especialização em poucos campos técnicos e alta desespecialização em muitos campos técnicos. Esta performance pode mudar a medida em que os países progressivamente alcançam altos níveis de desenvolvimento tecnológico (por progresso de *catch-up* ou liderança interna) e uma base produtiva mais diversificada. Portanto, o aumento da diversificação tecnológica é esperado. Mas, as oportunidades tecnológicas se esgotam, e é possível retornar a uma especialização concentrada iniciando um novo ciclo no padrão de especialização e buscar novas oportunidades tecnológicas.

2. DADOS E METODOLOGIA

A análise empírica das relações entre abertura comercial e estrutura tecnológica no Brasil se dá a partir da decomposição estrutural do crescimento das patentes (indicador utilizado para avaliar a estrutura tecnológica) e da correlação de *rankings* entre as vantagens comerciais e as vantagens tecnológicas. Tais vantagens são captadas pelos Índices de Vantagens Comerciais Reveladas (VCR) e de Vantagens Tecnológicas Reveladas (VTR). Nessa seção, são apresentados tais indicadores bem como o método de decomposição estrutural. Porém, antes de apresentá-los, são detalhadas as fontes de dados de comércio e de patentes, com ênfase na forma pela qual se classificaram as patentes segundo os campos técnicos (que deverão guardar correspondência com os setores constantes na análise comercial).

2.1 Elaboração da base de dados de comércio e tecnologia

Os dados de comércio foram obtidos na base de dados Comtrade. Eles foram extraídos originalmente na classificação “*Standart International Trade Classification (SITC) – Revision 3*” e em

⁵ De acordo com Archibugi e Pianta (1994), países tendem a ser mais especializados em um baixo número de campos técnicos. Isto configura um padrão de convergência tecnológica caracterizada por “complementariedades e cooperação” para tecnologias em oposição ao padrão de “substitutibilidade e competição”, que poderia acontecer se os países fossem mais diversificados.

seguida convertidos para a classificação “NACE (*Statistical Classification of Economic Activities in the European Community*)”, de acordo com a tabela de conversão de Diaz-Mora (2001) e a fim de compatibilizá-los com os dados referentes à tecnologia, conforme descrito a seguir.

A estrutura é elaborada a partir das patentes depositadas entre 1980 e 2010 por inventores brasileiros, junto ao Escritório Europeu de Patentes (EPO⁶). As patentes são classificadas seguindo a nomenclatura da *International Patent Classification* (IPC) num nível de desagregação a quatro dígitos, o que significa trabalhar com 623 campos técnicos. Coletou-se todas as patentes independentemente do depositante, incluindo universidades, instituições públicas, pequenas e grandes empresas nacionais e internacionais e inovadores individuais como geradores de conhecimento.

Para fazer compatíveis os dados de comércio com os de tecnologia é necessário utilizar a mesma classificação setorial (NACE 44), e, para isto, os 623 campos técnicos foram agregados numa classificação de 44 categorias tecnológicas compatíveis com uma classificação setorial NACE 44 (Schmoch et al, 2003). Dado que nem todas as patentes encontram uma correspondência setorial, o número de patentes que ficaram após a agregação de acordo com a classificação NACE se viu reduzido: o número de patentes para o Brasil passou de 3.264 a 3.240 e para o mundo, de 2.998.666 a 2.482.330.

O resultado desta agregação gerou um vetor P_i , de $i \times 1$, com $i=44$, que reflete o número de patentes depositadas para cada uma das 44 classes tecnológicas contempladas de acordo com a classificação NACE. Este vetor representa a atividade tecnológica realizada por um país para uma agregação de tecnologias “compatível” com setores industriais. No entanto, o vetor P_i não representa esforço tecnológico setorial, porque, as tecnologias podem ter sido produzidas ou aplicadas em diversos setores produtivos. Isto significa que não é possível associar diretamente a distribuição de categorias tecnológicas com a distribuição de setores industriais.

Com o objetivo de fazer possível esta correspondência, o número de patentes de cada categoria deve ser distribuído para cada setor industrial de acordo com um vetor de pesos que indique a contribuição (μ) de cada setor industrial (j) para o avanço tecnológico de cada uma das categorias tecnológicas (i). Este vetor de pesos pode ser expresso por uma matriz M_{ij} , sendo i a categoria tecnológica e j o setor. A matriz M_{ij} expressa, portanto, a contribuição percentual de cada um dos 44 setores industriais para cada categoria tecnológica, ou seja, como cada setor é ativo tecnologicamente em cada categoria. Esta matriz foi elaborada por Schmoch et al (2003), a partir das competências tecnológicas centrais e não centrais onde cada setor é ativo tecnologicamente. Se existisse uma relação direta entre os 44 setores industriais e 44 categorias tecnológicas, apenas a diagonal principal estaria preenchida com valores 100. Contudo, a matriz apresenta uma parte substancial dos pesos fora da diagonal principal. Esta observação se deve ao fato de que cada indústria conta com uma base técnica diversificada e relativa a uma grande diversidade de campos de conhecimento, de tal forma que não é possível relacionar cada setor industrial de modo inequívoco e unidirecional para cada categoria tecnológica. A presença de atividade tecnológica fora da diagonal indica a diversificação tecnológica e produtiva de cada setor, especialmente concentrado nas grandes empresas. Assim, quanto maior a associação entre diferentes campos tecnológicos (interconexões tecnológicas ou *spillovers* tecnológicos), maior a probabilidade de um setor industrial ser ativo entre as várias tecnologias interconectadas que compõem seu conhecimento base.

Para determinar a forma em que cada setor industrial é potencialmente afetado pelo avanço tecnológico em cada uma das categorias tecnológicas, foi calculada a matriz de distribuição (D_{ij}), a qual distribui as patentes relativas a cada categoria entre os setores industriais que são ativos tecnologicamente nela.

⁶ A EPO apresenta algumas vantagens (Le Bas e Sierra, 2002; Grupp e Schmoch, 1999; Zeebroeck et al, 2006) sobre o Escritório Americano de Patentes (USPTO). Em primeiro lugar, a EPO é o escritório de patentes mais internacionalizado do mundo; em segundo, as taxas pagas para solicitar uma patente na EPO são muito elevadas, atuando como um filtro na medida em que tende a eliminar as patentes de baixo valor industrial; e por fim, a EPO publica as patentes concedidas e depositadas 18 meses após sua solicitação, enquanto que, a USPTO somente após dois anos, em média (Ruiz, 2008).

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} P_1\mu_{11} & P_1\mu_{12} & \dots & P_1\mu_{1n} \\ P_2\mu_{21} & P_2\mu_{22} & & P_2\mu_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_n\mu_{n1} & P_n\mu_{n2} & \dots & P_n\mu_{nn} \end{bmatrix}$$

Agregando as colunas obtém-se um vetor linha $T_j^S = \sum_{i=1}^n P_i\mu_{ij}$. O primeiro vetor de patentes, P_i , não era o melhor indicador setorial de avanço tecnológico, pois não capta a distribuição setorial da mudança tecnológica que está sendo medido através de patentes. A construção de um novo vetor de patentes, T_j^S representa uma medida mais robusta de como o avanço tecnológico em um único campo técnico afeta os diversos setores industriais. Deve-se observar que este vetor não atende a ideia de produção setorial de avanço técnico, dado que este pode ser produzido por qualquer agente. Portanto, o vetor T representa o avanço técnico registrado por tecnologias que afetam a distribuição de setores industriais para uma classificação NACE44.

2.2 Vantagens Comparativas e Tecnológicas Reveladas

O índice de Vantagem Comparativa Revelada compara a participação de um determinado setor no total do país com a parcela mundial do mesmo setor no total (Kume e Piani, 2004) e pode ser aplicado tanto para os dados relativos a comércio quanto à tecnologia. Esses indicadores analisam a especialização comercial ou tecnológica de um país, considerando que um país tem vantagem comparativa ou tecnológica revelada em um determinado setor se esse for mais importante para o país do que para o mundo. Algebricamente, as Vantagens Comerciais Reveladas (VCR) e Vantagens Tecnológicas Reveladas (VTR):

$$VCR_{ij} = \frac{X_{ij}/X_{tj}}{X_{im}/X_{tm}} \qquad VTR_{ij} = \frac{P_{ij}/P_{tj}}{P_{im}/P_{tm}}$$

Aonde: VCR_{ij} é a vantagem comparativa revelada do setor i do país j ; X_{ij} são as exportações do setor i pelo país j ; X_{tj} são as exportações totais do país j ; X_{im} são as exportações do setor i do mundo; e X_{tm} são as exportações totais do mundo; VTR_{ij} é a vantagem tecnológica revelada do setor i do país j ; P_{ij} a quantidade de patentes depositados do setor i pelo país j ; P_{tj} a quantidade total de patentes depositadas pelo país j ; P_{im} o número de patentes mundiais para o setor i ; e P_{tm} o número total de patentes no mundo.

Caso o país “ j ” tenha uma vantagem comparativa no setor “ i ” em relação à economia mundial, o indicador de VCR apresentará um resultado superior a um, ou seja, a participação deste setor nas exportações totais do país é superior à participação deste mesmo setor no total das exportações da economia mundial. Caso contrário, o país não apresentará vantagens comparativas e o indicador VCR será menor do que um (Holland e Xavier, 2005; Kume e Piani, 2004). A utilização do indicador de VCR envolve, contudo, uma restrição estatística: os resultados obtidos são, por definição, assimétricos, assumindo valores entre zero e ∞ , o que não respeita a hipótese de normalidade do termo residual em qualquer análise de regressão, de modo que, na especialização comercial “virtuosa” obtêm-se valores superiores à unidade, os quais são superestimados, enquanto que em uma especialização negativa, os valores obtidos concentraram-se apenas entre zero e 1 (Laursen, 1998). Para superar tal limitação e resolver o problema da assimetria presente na construção dos índices de vantagens comparativas reveladas, se normaliza o indicador através da seguinte fórmula: $(VCR - 1) / (VCR + 1)$. Desta forma, os intervalos de referência são restritos entre -1 e +1, com um valor médio zero, e o índice de VCR torna-se simétrico (Holland e Xavier, 2005).

2.3 Método de decomposição estrutural do crescimento

O modelo utilizado para avaliar o crescimento da atividade tecnológica será o *Constant Market Share* (CMS), também conhecido como “análise de decomposição estrutural” (SD) (Fagerberg e Sollie, 1987). No caso da tecnologia, esta análise decompõe o crescimento da quota de patentes entre dois períodos de tempo de modo a isolar o efeito da mudança estrutural. A taxa de mudança da participação de um país sobre o total mundial de patentes (Δp_j) pode ser decomposta da seguinte forma:

$$\Delta p_j = \underbrace{\sum_i (\Delta p_{ij} o_i^{t-1})}_{(a)} + \underbrace{\sum_i (p_{ij}^{t-1} \Delta o_i)}_{(b)} + \underbrace{\sum_i (\Delta p_{ij} \Delta o_i)}_{(c)} \quad (1)$$

Sendo: $p_j = \sum_i P_{ij} / \sum_i \sum_j P_{ij}$ a participação agregada do país no total mundial de patentes; $p_{ij} = P_{ij} / \sum_j P_{ij}$ a participação de um dado setor do país em termos de patentes; e $o_i = \sum_j P_{ij} / \sum_i \sum_j P_{ij}$ a distribuição das patentes mundiais para cada setor.

O “efeito quota” (a) mensura se um país está ganhando ou perdendo participação no total mundial de patentes. O “efeito estrutural” (b) avalia se um país está aumentando ou diminuindo sua participação por causa de um padrão de especialização “certo” ou “errado”. E o “efeito adaptação” (c) mede se um país está aumentando ou diminuindo sua participação em função de um movimento em direção (ou para fora) de setores “certos” ou um movimento para fora (ou dentro) de setores “errados”. Como um valor positivo para o último efeito pode ser causado por um movimento de entrada para setores “certos” ou um movimento de saída de setores “errados”, o mesmo será decomposto em dois, a saber, “efeito crescimento” (d), sendo positivo se um país se move para setores de rápido crescimento; e “efeito estagnação” (e), com valores positivos se um país se move para fora de setores estagnados:

$$\sum_i \Delta p_{ij} \Delta o_i = \underbrace{\sum_i \left(\frac{\Delta p_{ij} (\Delta o_i + |\Delta o_i|)}{2} \right)}_{(d)} + \underbrace{\sum_i \left(\frac{\Delta p_{ij} (\Delta o_i - |\Delta o_i|)}{2} \right)}_{(e)} \quad (2)$$

A equação final com os quatro componentes que explicam o crescimento da participação das patentes de determinado país:

$$\Delta p_j = \sum_i (\Delta p_{ij} o_i^{t-1}) + \sum_i (p_{ij}^{t-1} \Delta o_i) + \sum_i \left(\frac{\Delta p_{ij} (\Delta o_i + |\Delta o_i|)}{2} \right) + \sum_i \left(\frac{\Delta p_{ij} (\Delta o_i - |\Delta o_i|)}{2} \right) \quad (3)$$

Se o “efeito estrutural” para um país for positivo e elevado, então tal país era “corretamente” especializado no período inicial de análise, isto é, era especializado em setores que geravam altos níveis de oportunidade tecnológica (indicados pelos elevados níveis de crescimento de patentes). Se os dois últimos efeitos descritos são elevados e positivos, isto indica que o país tem ativamente (acima da média) se movido para setores com altos níveis de oportunidade tecnológica (“efeito crescimento”) ou então se movido para fora de setores com baixas oportunidades tecnológicas (“efeito estagnação”).

3. O PROCESSO DE ABERTURA COMERCIAL

No final dos anos 80 e início da década de 90 mostra a reorientação da política econômica brasileira, em busca da estabilização macroeconômica. O processo de abertura comercial empreendido teve impactos sobre as importações, exportações e sobre a produção. O ambiente econômico é marcado por crise fiscal, inflação crescente e a adoção de políticas liberais (Consenso de Washington) por diversos países da América Latina.

Os impactos da abertura comercial, reforçados pelo regime de câmbio fixo e pelo aumento da renda doméstica, se intensificaram após a implantação do Plano Real. Em decorrência da valorização do

real, os produtos importados se tornaram mais baratos, enquanto a rentabilidade e a competitividade das exportações diminuíram (Kume, Piani e Miranda, 2008). Por consequência, as importações se ampliaram rapidamente, enquanto as exportações mantiveram-se relativamente estáveis, gerando sucessivos déficits a partir de 1994 (Gráfico 1).

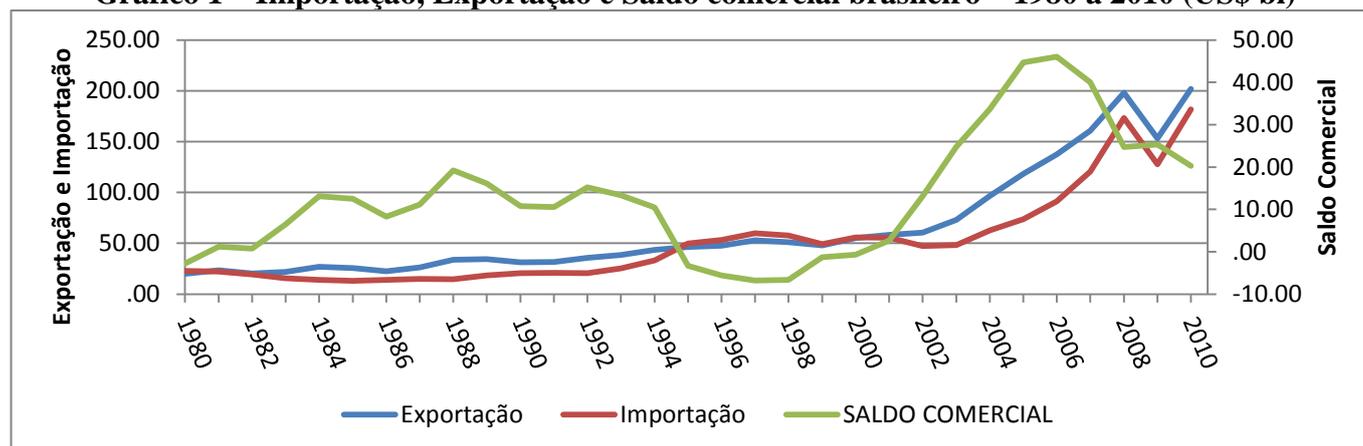
Para financiar os crescentes déficits no balanço de pagamentos, o país se viu obrigado a praticar uma política de altas taxas de juros a fim de atrair capitais, agravando o déficit fiscal. As diversas crises internacionais que se seguiram no período (mexicana em 1994, a asiática em 1997 e a russa em 1998) deixaram evidente a fragilidade financeira do balanço de pagamentos, levando a elevações sucessivas das taxas de juros que viriam a reforçar tal fragilidade e afetar negativamente a competitividade externa das exportações brasileiras por conta do encarecimento do crédito para as empresas (Holland e Xavier, 2005). A fim de reduzir os impactos das crises sobre o Balanço de Pagamentos, o governo também lançou mão de um aumento da Tarifa Externa Comum (TEC) em 1997 e da imposição de outras medidas não-tarifárias⁷, sem, contudo, lograr resultados eficazes sobre as importações. Em termos de crescimento econômico, a economia brasileira apresentou um desempenho pífio, com taxa real média anual de crescimento de 1,9% entre 1990 e 1998 (SECEX, 2012).

Ao final de 1998, ficou clara a insustentabilidade do regime de câmbio fixo e a moeda brasileira foi desvalorizada no início de 1999. Esperava-se, então, a retomada do crescimento das exportações e a reversão quase que imediata dos déficits da balança comercial. Contudo, o ambiente externo desfavorável, o baixo crescimento da economia doméstica e dos preços mundiais fez com que a retomada do crescimento das exportações ocorresse somente a partir de 2002. Se o desempenho da balança comercial entre 1994 e 1999 parece ser explicado em grande parte pelo câmbio, a partir de 1999, fator parece perder importância para o nível de atividade doméstica e exterior como fatores explicativos da evolução das importações e exportações (Castilho, 2009; Ribeiro, 2006; Skiendziel, 2008).

A partir de 2002, o cenário internacional se altera e, após um período de fraco crescimento da demanda mundial entre 1999 e 2002, observa-se um forte aquecimento da demanda mundial e consequente alta dos preços internacionais, principalmente das *commodities*. O Brasil foi beneficiado por este cenário, pois o aumento dos preços estimulou as vendas externas de *commodities* e o aumento da renda dos outros países exportadores de *commodities* estimulou as vendas de produtos manufaturados (Prates 2006).

Entre 2002 e 2008, tanto as exportações quanto as importações se expandiram a taxas bastante elevadas. As exportações cresceram puxadas pela demanda externa (em particular, pela demanda chinesa) e pela evolução dos preços, enquanto as importações, cujo crescimento foi mais intenso nos últimos anos, refletiram o baixo nível de crescimento da economia entre 1998 e 2003 e o aquecimento posterior da economia doméstica aliado à persistente valorização da taxa de câmbio. O saldo comercial cresceu 250% entre 2002 e 2006, atingindo US\$ 45 bilhões nesse ano. A partir de então, o saldo começa a se reduzir, atingindo US\$ 15 bilhões em 2010. Cabe notar que parte do crescimento das importações no período recente deve ser relacionada à evolução das importações de petróleo, cujo preço vem crescendo desde 2005 (Castilho, 2011). No ano de 2009, observa-se uma forte redução dos fluxos de importação e de exportação, em função do impacto da crise financeira internacional, que, no entanto, não perdura.

⁷ Barreiras fitossanitárias; sobretaxas sob alegação de dumping; cotas restritivas; e exigência de normas técnicas estava entre os mecanismos utilizados (Kume, Piani e Miranda, 2008).

Gráfico 1 – Importação, Exportação e Saldo comercial brasileiro – 1980 a 2010 (US\$ bi)

Fonte: SECEX, 2012. Elaboração própria.

As exportações brasileiras dos cinco grupos de indústrias, classificados de acordo com a intensidade de fatores, apresentaram crescimento expressivo nos anos 2000 (Tabela 1). A participação do grupo de indústrias intensivas em recursos naturais aumentou consideravelmente após o processo de abertura comercial, passando de 26,4% do total exportado pelo setor manufatureiro entre 1989-1991 para 38,0% entre 2006-2010. Os setores de Alimentos e bebidas, Tabaco e Produtos de Papel foram os que mais contribuíram para o crescimento das exportações da indústria intensiva em Recursos Naturais. Dois efeitos explicam o crescimento das exportações de produtos intensivos em recursos naturais: a elevação do preço das *commodities* na década de 2000 e o aumento da demanda mundial por tais produtos.

As indústrias intensivas em trabalho foram as mais afetadas, com a redução de sua participação a partir de 1996. A forte concorrência externa com o processo de abertura comercial e a sobrevalorização da moeda na primeira metade dos anos 90 explicam a perda de dinamismo do setor, com destaque para os setores de Vestuário e Têxtil. Nem mesmo a desvalorização do câmbio em 1999 foi capaz de reverter a perda de participação da indústria intensiva em trabalho, responsável por apenas 8,84% da pauta exportadora brasileira na segunda metade dos anos 2000. As indústrias intensivas em escala também tiveram redução na participação nas exportações, em razão do aquecimento da demanda interna por tais produtos, principalmente na segunda metade dos anos 2000, com reduções de impostos e facilidades de acesso ao crédito para o consumidor.

É possível notar uma concentração da pauta de exportações brasileira na indústria intensiva em recursos naturais e certa estabilidade nas indústrias diferenciadas. Aquelas de maior conteúdo tecnológico, apesar de manterem um peso pequeno no total, mostraram um pequeno crescimento entre os períodos analisados.

Tabela 1 – Exportações e distribuição percentual do Brasil por grupo de indústrias para períodos selecionados (Média em US\$ milhões e % do total)

Indústrias	89-91	%	92-95	%	96-99	%	00-05	%	06-10	%
Indústrias intensivas em Recursos Naturais	5.609,86	26.4	8.319,16	29.1	9.856,38	31.3	15.161,62	33.5	33.763,70	38.0
Indústrias intensivas em Trabalho	2.935,20	13.8	4.091,91	14.3	4.223,58	13.4	5.480,08	12.1	7.851,49	8.8
Indústrias intensivas em Escala	9.858,22	46.3	12.194,18	42.6	12.636,04	40.2	16.717,61	37.0	32.998,50	37.1
Indústrias Diferenciadas	2.173,78	10.2	2.873,16	10.0	3.414,54	10.9	5.977,33	13.2	9.790,19	11.0
Indústrias Baseadas em Ciência	700,42	3.3	1.114,57	3.9	1.323,18	4.2	1.856,77	4.1	4.416,95	5.0
TOTAL	21.277,48	100	28.592,98	100	31.453,72	100	45.193,41	100	88.820,83	100

Fonte: Comtrade. Elaboração própria.

Os indicadores de VCR mostram a forte tendência à especialização da indústria brasileira nos setores intensivos em recursos naturais (Tabela 2). Essa tendência vem sendo observada desde o início da abertura nos anos 90. Após o processo de abertura comercial nota-se um aprofundamento da perda de

vantagens nas indústrias intensivas em trabalho e escala, especialmente. O desempenho destas indústrias foi afetado pela forte concorrência externa à qual as empresas brasileiras foram expostas com o processo de abertura comercial e os períodos de valorização da moeda nacional. Na segunda metade dos anos 90, a situação não apresentou modificações, exceto para a indústria intensiva em Recursos Naturais, que apresentou melhora nas vantagens para todos os períodos analisados.

Com a desvalorização cambial em 1999, o aumento das exportações e do saldo comercial a partir desta data, puxada pelo desempenho das indústrias agropecuárias e extrativas, não se converteram em melhoras significativas nas vantagens comerciais para a primeira metade dos anos 2000. As indústrias Diferenciada e baseada em Ciência também não apresentaram vantagens comerciais em nenhum dos períodos de tempo analisados. As vantagens comerciais do país tem seguido sua especialização comercial e se concentrado nos setores intensivos em recursos naturais enquanto que as demais indústrias tem experimentado além de baixo crescimento na pauta de exportação, o aprofundamento das desvantagens comerciais.

Tabela 2 – Vantagens Comerciais Reveladas Normalizado dos produtos manufatureiros para o Brasil – períodos selecionados

	89-91	92-95	96-99	00-05	06-10
Indústria intensiva em Recursos Naturais	0,293	0,349	0,414	0,524	0,557
Indústria intensiva em Trabalho	0,018	-0,009	-0,019	-0,055	-0,196
Indústria intensiva em Escala	0,085	0,077	0,060	0,009	-0,028
Indústria Diferenciada	-0,346	-0,364	-0,350	-0,280	-0,314
Indústria baseada em Ciência	-0,574	-0,546	-0,559	-0,593	-0,517

Fonte: Comtrade. Elaboração própria.

4. ESTRUTURA TECNOLÓGICA

A análise da distribuição de patentes para o Brasil mostra o esforço que o país tem desenvolvido para gerar competências tecnológicas internas. A distribuição percentual das patentes por grupo de indústrias difere da distribuição das exportações (Tabela 3). Enquanto a última tem se concentrado na indústria intensiva em recursos naturais, as patentes se concentram nas indústrias intensivas em escala, diferenciada e baseada em ciência, embora somente a última tenha apresentado crescimento de sua participação na distribuição de patentes, em comparação com o período pré-abertura comercial. As indústrias intensivas em recursos naturais, no entanto, tem aumentado gradualmente sua participação ao longo do tempo. Na segunda metade dos anos 90 e primeira dos anos 2000, o setor de Alimentos e bebidas, Produtos de papel e Produtos de Petróleo são aqueles que com as maiores taxas de crescimento. Na segunda metade dos anos 2000, os setores responsáveis pela continuidade do bom desempenho da indústria intensiva em recursos naturais são os de Tabaco, Produtos de madeira e petróleo.

Tabela 3 – Número de patentes* e distribuição por grupo de indústrias (setor de manufaturas) para o Brasil para períodos selecionados (valores acumulados para o período e % do total)

	89-91	%	92-95	%	96-99	%	00-05	%	06-10	%
Indústrias intensivas em Recursos Naturais	18,19	5,9	12,89	6,1	30,38	8,1	85,83	7,8	101,14	8,4
Indústrias intensivas em Trabalho	16,51	5,3	12,53	6,0	15,00	4,0	50,36	4,6	53,23	4,4
Indústrias intensivas em Escala	125,02	40,3	84,06	40,0	131,82	35,2	393,14	35,7	448,43	37,2
Indústria Diferenciada	88,85	28,7	62,97	30,0	97,34	26,0	296,85	27,0	305,30	25,3
Indústria Baseada em Ciência	61,43	19,8	37,56	17,9	99,46	26,6	273,82	24,9	297,90	24,7
TOTAL	310	100,0	210	100,0	374	100,0	1100	100,0	1206	100,0

Fonte: EPO. Elaboração própria. *Distribuição de patentes de acordo com a metodologia exposta na Seção 2.

A estrutura tecnológica, a partir de suas vantagens tecnológicas reveladas (VTR), apresenta algumas diferenças em relação à estrutura produtiva (Tabela 4). Enquanto na análise de VCR é possível

perceber certa concentração das vantagens na indústria intensiva em recursos naturais, as vantagens tecnológicas estão presentes também na indústria intensiva em escala e até a primeira metade dos anos 2000 na indústria intensiva em trabalho.

A indústria intensiva em recursos naturais, contudo, é aquela que apresenta os melhores indicadores de VTR desde o período pós-abertura comercial, em razão da readaptação produtiva para melhoria da competitividade externa. A criação destas vantagens é resultado da performance dos setores de Fabricação de coque e de Alimentos e bebidas. Os dois setores têm apresentado um desempenho positivo e crescente desde 1996, sendo o indicador de VTR da ordem de 0,27 para Alimentos e bebidas 0,30 para Produtos de petróleo.

Enquanto, o setor de Alimentos e Bebidas (componente da indústria intensiva em Recursos Naturais) melhorou seu desempenho ao longo dos períodos analisados, o de Fabricação de Têxteis e Vestuário (dois dos principais setores componentes da indústria intensiva em Trabalho) passou pelo processo inverso, principalmente a partir de 1996, isto é, pós-abertura comercial. A abertura comercial, a forte concorrência externa, principalmente da China, e a valorização cambial levaram à perda de dinamismo tecnológico para os dois setores e fez com que a indústria intensiva em trabalho no Brasil tenha VTR próxima de zero.

Por sua vez, a indústria intensiva em Escala tem mostrado uma tendência de recuperação de vantagens tecnológica a partir dos anos 2000. Apesar de um desempenho comercial crescente no período pós-desvalorização cambial, os setores de automóveis, metalurgia básica e plásticos não obtiveram vantagens tecnológicas para o mesmo período. A recuperação da indústria ficou a cargo do setor de Química básica e do setor de outros meios de transporte.

O Brasil não apresenta coeficientes positivos de Vantagens Tecnológicas para as Indústrias Diferenciada e baseada em Ciência. Os setores que compõem as duas indústrias estão presentes na pauta exportadora sem, contudo, tal desempenho se converter em Vantagens Tecnológicas. Alguns setores, contudo, possuem vantagens tecnológicas positivas, embora não em um patamar suficiente para reverter as desvantagens da indústria como um todo. Os setores Farmacêuticos, Fabricação de máquinas agrícolas, Fabricação de máquinas e equipamentos para produção e utilização de energia mecânica e o de maquinaria de uso especial possuem VTR positivas, no mínimo para a segunda metade dos anos 2000. A necessidade de grandes somas de investimento para a realização do processo de P&D e o cenário mundial incerto dos anos 90 e fim dos anos 2000 podem explicar as dificuldades para a geração interna de competências tecnológicas.

Tabela 4 – Indicador de Vantagens Tecnológicas Reveladas Normalizado para o Brasil – períodos selecionados

	89-91	92-95	96-99	00-05	06-10
Indústria intensiva em Recursos Naturais	-0,008	0,031	0,208	0,227	0,256
Indústria intensiva em Trabalho	0,054	0,148	-0,036	0,053	0,004
Indústria intensiva em Escala	0,078	0,102	0,061	0,094	0,108
Indústria Diferenciada	-0,009	-0,004	-0,093	-0,090	-0,131
Indústria baseada em Ciência	-0,126	-0,203	-0,023	-0,077	-0,058

Fonte: EPO. Elaboração própria.

Os baixos índices de Vantagens Tecnológicas não significam, contudo, a falta de esforço por parte do Brasil para criar competências tecnológicas. A decomposição da taxa de crescimento das patentes pelo método de decomposição estrutural, apresentado anteriormente, mostra o crescimento da quota de patentes, para todos os anos analisados (Tabela 5).

As indústrias intensivas em Escala, Diferenciada e baseada em Ciência apresentaram taxas de crescimento da quota de patentes elevadas. A indústria Diferenciada apresenta um comportamento similar ao da indústria baseada em Economias de Escala. Contudo, sua retração no período pós-abertura foi maior e, sua recuperação nos anos posteriores, mais lenta. O desempenho destas foi superior ao verificado nas indústrias intensivas em Recursos Naturais e em Trabalho.

O “efeito estrutural”, se positivo, indica que o país era “corretamente” especializado no período inicial e, portanto, mesmo sem nenhum esforço inovador ainda seria possível aumentar a quota de patentes, pois os setores nos quais ele era especializado tinham por característica o depósito de patentes acima da média mundial. Para o Brasil e para as indústrias baseadas em Recursos Naturais, indústrias baseadas em Fator Trabalho e Indústrias baseadas em Economias de Escala, o efeito estrutural sempre foi negativo, exceto para o último período de análise. O “efeito estrutural” positivo entre 2006 e 2010, embora ainda baixo para tais indústrias, aponta a possibilidade de se aproveitar as oportunidades tecnológicas disponíveis por estar especializado em setores de alta dinamicidade.

O “efeito Crescimento” tem valores positivos para o Brasil, embora extremamente baixos. Valores positivos indicariam que o Brasil teria se movido em direção a setores de maior oportunidade tecnológica. Contudo, o “efeito Estagnação” apresentou valores negativos e, em sua maioria, superiores aos “efeitos Crescimento”, embora também baixos. Os dois efeitos geram um resultado líquido negativo para a maior parte das indústrias e períodos analisados, o que indica a saída de setores/indústrias mais dinâmicas ou a entrada em setores/indústrias mais estagnadas.

Tabela 5 – Decomposição do crescimento de patentes para períodos selecionados

Efeitos	80-91/92-95	92-95/96-99	96-99/00-05	00-05/06-10
TOTAL BRASIL				
Efeito Quota	37,812	28,612	42,171	43,963
Efeito Estrutural	-0,873	-1,407	-1,376	0,914
Efeito Crescimento	0,256	0,554	0,741	0,854
Efeito Estagnação	-2,324	-0,792	-1,977	-1,165
Efeito Total	34,871	26,967	39,559	44,565
INDÚSTRIAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS				
Efeito Quota	2,696	4,937	3,689	4,201
Efeito Estrutural	-0,193	-0,509	-0,587	0,057
Efeito Crescimento	0,048	0,000	0,000	0,083
Efeito Estagnação	-0,140	-0,253	-0,335	-0,020
Efeito Total	2,410	4,175	2,767	4,321
INDÚSTRIAS BASEADAS EM FATOR TRABALHO				
Efeito Quota	3,363	-0,745	2,682	1,424
Efeito Estrutural	-0,386	-0,146	-0,180	0,293
Efeito Crescimento	0,000	-0,003	0,000	0,085
Efeito Estagnação	-0,254	0,020	-0,125	0,000
Efeito Total	2,723	-0,875	2,377	1,803
INDÚSTRIAS BASEADAS EM ECONOMIAS DE ESCALA				
Efeito Quota	16,943	6,798	17,437	17,650
Efeito Estrutural	-2,355	-1,538	-1,806	0,277
Efeito Crescimento	0,124	-0,046	0,106	0,325
Efeito Estagnação	-1,057	-0,491	-1,104	-0,238
Efeito Total	13,655	4,723	14,633	18,014
DIFERENCIADA				
Efeito Quota	11,554	2,674	11,375	8,041
Efeito Estrutural	0,968	0,287	0,305	1,422
Efeito Crescimento	0,046	0,169	0,357	0,264
Efeito Estagnação	-0,790	-0,068	-0,402	-0,117
Efeito Total	11,778	3,063	11,635	9,610
BASEADA EM CIÊNCIA				
Efeito Quota	3,257	14,947	6,988	12,646
Efeito Estrutural	1,094	0,499	0,891	-1,135
Efeito Crescimento	0,037	0,434	0,278	0,097
Efeito Estagnação	-0,083	0,000	-0,011	-0,791
Efeito Total	4,305	15,881	8,147	10,817

Fonte: Space Bulletin (EPO). Elaboração própria.

Apenas no último período de análise algumas indústrias obtiveram um saldo positivo com relação a estes dois efeitos. As indústrias baseadas em Recursos Naturais, as indústrias baseadas em Trabalho, as

indústrias baseadas em Economia de Escala e as indústrias Diferenciadas, estão entre elas. Tal indicador complementa aquele obtido com relação ao fator estrutural do desenvolvimento tecnológico do país. Nestas indústrias, o país têm se movido para setores que oferecem maiores oportunidades tecnológicas.

A relação entre as Vantagens Comerciais e Tecnológicas é obtida através da Matriz de correlação de Spearman (Tabela 6). O CCS (Coeficiente de Correlação de Spearman) foi calculado sobre os *rankings* dos valores *ordenados* das vantagens comerciais e tecnológicas para cada período. Quanto mais próximo de um, maior será a associação entre os *rankings*. O sinal negativo da correlação indica variação em sentido contrário, de forma que, os setores melhores colocados em um período não mantém sua posição no outro. O sinal positivo indica que os setores mantiveram suas posições entre os períodos analisados.

As maiores correlações são aquelas que associam o *ranking* de especialização tecnológica da primeira metade dos anos 2000 com o *ranking* de vantagens comerciais passadas, principalmente dos anos 1990. Os setores melhor colocados no *ranking* de VTR entre 2000 e 20005 se associam positivamente com os setores melhor ranqueados de VCR dos anos de 1989-91 (0,437), de 1992-95 (0,49) e de 1996-99 (0,465).

O resultado obtido na matriz de correlação é uma evidência de “*demand pull*” e não de “*technology push*”, uma resposta da estrutura tecnológica ao estímulo da abertura comercial. Os setores com as melhores vantagens comerciais na década de 90 se associam com os setores com melhores vantagens tecnológicas no início dos anos 2000, um indicador de que a especialização comercial brasileira dos anos anteriores mantém-se associada com o rumo da especialização tecnológica. Não há evidências de que as vantagens comerciais tenham sido construídas em função da especialização tecnológica passada, isto é, não se confirma o fato de que a criação de competências tecnológicas no passado está associada à criação de vantagens comerciais no presente.

Tabela 6 – Análise de correlação de *Ranking* para VCR e VTR do Brasil para os períodos selecionados

	Períodos	Vantagem Comercial Revelada				
		1989-1991	1992-1995	1996-1999	2000-2005	2006-2010
Vantagem Tecnológica Revelada	1980-1991	0,247	0,305	0,298	0,226	0,202
	1992-1995	0,192	0,276	0,270	0,196	0,205
	1996-1999	0,040	0,092	0,066	-0,006	0,066
	2000-2005	0,437*	0,490*	0,465*	0,367*	0,382*
	2006-2010	0,372*	0,411*	0,381*	0,325	0,380*

*Significativo a 5% (distribuição t, bicaudal e 34 graus de liberdade).

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do WITS e EPO.

CONCLUSÕES

A pauta de exportações brasileira sofreu alterações após o processo de abertura comercial, com uma tendência de concentração em produtos industriais intensivos em recursos naturais. As demais indústrias diminuíram seu peso na pauta exportadora ao longo do tempo, com exceção da indústria baseada em ciência, que teve um pequeno aumento, e as chamadas indústrias diferenciadas, cujo peso manteve-se praticamente estável. Seguindo a especialização da pauta de exportações, as vantagens comerciais reveladas (VCR) também se concentraram na indústria intensiva em recursos naturais, com as demais indústrias apresentando indicadores negativos para o último período analisado. Essa tendência se acentuou ao longo dos 20 anos analisados.

A estrutura tecnológica, analisada pelo depósito de patentes por inventores brasileiros, também viu aumentar a participação das indústrias intensivas em recursos naturais e em ciência, enquanto que as demais perderam peso nesta estrutura. A indústria intensiva em recursos naturais, mesmo com uma baixa participação, possui uma trajetória crescente para quase todo o período analisado, exceto a primeira metade dos anos 2000. Aqui, o desempenho do setor alimentício e petrolífero tem contribuído fortemente para o resultado desse grupo. As indústrias intensivas em trabalho, apesar da forte concorrência externa,

acentuada nos anos 90 pela abertura comercial e no período recente pela valorização recente do câmbio e a competição asiática, apresentaram indicador próximo a zero na segunda metade dos anos 2000. Vale assinalar, no entanto, que essa indústria também se caracteriza por um baixo dinamismo tecnológico. Os demais grupos industriais são aqueles que concentram a maior parte das patentes registradas, pelas próprias características dos setores. No caso das intensivas em escala, o VTR, após uma redução na segunda metade dos anos 90, apresentou uma recuperação no período mais recente. Tanto a indústria diferenciada quanto a baseada em ciência apresenta desvantagens tecnológicas com um indicador negativo durante todo o período. A diferença, no entanto, é que no caso da primeira essa desvantagem vem se acentuando ao longo do tempo ao passo que na indústria baseada em ciência, os indicadores vêm se aproximando de zero, indicando uma redução da desvantagem tecnológica. Vale ressaltar que nesse último grupo o bom desempenho de certo número de setores como Farmacêutica e Fabricação de motores, transformadores e geradores elétricos nos últimos anos não foram suficientes para tornar positivos os indicadores de VTR.

Apesar dos indicadores negativos ou próximos de zero para os três grupos com maior dinamismo tecnológico, isso não significa que o país não venha realizando esforços para criar competências tecnológicas. A taxa de crescimento da quota de patentes foi superior a dois dígitos em todos os períodos analisados e para quase todas as indústrias. Ademais, a decomposição da taxa de crescimento das patentes pelo método de decomposição estrutural, sugere que, embora o nível de registro de patentes no Brasil ainda seja baixo em relação ao resto do mundo e que não tenhamos nos movido ativamente em direção a setores tecnologicamente mais dinâmicos, essa situação vem mudando no período recente para quatro dos cinco grupos de indústrias analisados. No caso da indústria intensiva em recursos naturais, na qual o Brasil vem aprofundando suas vantagens comerciais e tecnológicas, o “Efeito estrutural” positivo, embora baixo, indica que o país poderia elevar sua quota nesta mesma indústria sem realizar nenhum esforço inovador, simplesmente mantendo uma especialização “correta” e aproveitando assim as oportunidades tecnológicas que surgirem.

A análise comparativa das estruturas de especialização comercial e tecnológica sugere que a relação entre as duas é do tipo “*demand pull*”, visto que as vantagens tecnológicas observadas nos anos mais recentes estão associadas às vantagens comerciais passadas. Ao contrário, a evolução da especialização comercial não parece ter se apoiado em competências tecnológicas passadas, o que caracterizaria uma relação do tipo “*technology push*”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brusoni, S. and Geuna, A. (2003). "An international comparison of sectoral knowledge bases: persistence and integration in the pharmaceutical industry". *Research Policy*, 32, 1897–1912.
- Camerona, G., Proudman, J. and Redding, S., (2005). Technological convergence, R&D, trade and productivity growth. *European Economic Review*, 49, 775 – 807.
- Carvalho, V.R.S.; Lima, G.T. Estrutura produtiva, restrição externa e crescimento econômico: a experiência brasileira. *Economia e Sociedade*, Campinas, v.18, n.1 (35), p.31-60, abr. 2009.
- Castellacci, F., (2008). "Technology clubs, technology gaps and growth trajectories". *Structural Change and Economic Dynamics*, 19, 301–314.
- Castilho, M. (Coord.). (2009). Estrutura de comércio exterior e proteção efetiva: uma análise da política de importação brasileira. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 124 p. Relatório integrante da pesquisa "Perspectivas do Investimento no Brasil", em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. Disponível em: <http://www.projetopib.org/?p=documentos> .
- Castilho, M.R. (2011). Encadeamentos produtivos das atividades exportadoras na América Latina: o caso dos setores industriais no Brasil. *Serie Comercio y Crecimiento Inclusivo*. Working Paper, n.134.
- Cohen, W.M. (1995). "Empirical studies of innovative activity". In: Stoneman, P., (ed.) *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Blackwell Publishers LTD. Oxford. pgs. 183-264.
- ___ and Klepper, S. (1992). "The anatomy of industry R&D distributions". *American Economic Review*, 82 (4), 773-799.
- ___ and Klepper, S. (1996). "Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product R&D". *Review of Economics and Statistics*, 78 (2), 232-243.
- ___ and Levinthal, D.A. (1990). "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation". *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Díaz Mora, C. (2001): El impacto comercial de la integración económica europea en el periodo 1985-1996 (forthcoming). *Comité Económico y Social*. Madrid.
- Dosi, G., (1988). "Sources, procedures and microeconomics effects of innovation". *Journal of Economic Literature*, 26, 1120-1171.
- Fagerberg, J.; Sollie, G. (1987). The method of constant Market shares analysis reconsidered. *Applied Economics* (19), p.1571-1583.
- Ferraz, J. C.; Kupfer, D.; Haguenaer, L. *Made in Brazil : desafios competitivos para a indústria*. Rio de Janeiro : Campus, 1996.
- Holland, M.; Xavier, C.L. (2005). Dinâmica e competitividade setorial das exportações brasileiras: uma análise de painel para o período recente. *Economia e Sociedade*, Campinas, v.14, n.1 (14), p.85-108.
- Huang, H.T. and Miozzo, M., (2004). "Patterns of technological specialisation in Latin-American and East Asian countries: an analysis of patents and trade flows". *Economic Innovation and New Technologies*, 13 (7), 615–653.
- Imbs, J. and Wacziarg, R. (2003) "Stages of diversification". *American Economic Review*, 93 (1), 63-86.
- Jungmittag, A., (2004). "Innovations, technological specialisation and economic growth in the EU". *International Economics and Economic Policy*, 1, 247–273.

- Kamien, M.I. and Schwartz, N.L., (1970). "Market structure, elasticity of demand and incentive to innovate". *Journal of Law and Economics*, 13, 241-252.
- Kume, H.; Piani, G. (2004). *Alca: uma estimativa do impacto no comércio bilateral Brasil-Estados Unidos*. Texto para discussão IPEA n.1058.
- Kume, H.; Piani, G.; Miranda, P. Política comercial, instituições e crescimento econômico no Brasil. In: *Crecimiento económico, instituciones, política comercial y defensa de la competencia en el Mercosur*. Montevideo: Red Mercosur, 2008, v.11, p.97-155.
- Laursen, K. (1999). "The impact of technological opportunity on the dynamics of trade performance". *Structural Change and Economic Dynamics*, 10, 341-357.
- Lundvall, B. A., (1988). "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national systems of innovation". In: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., and Soete, L., (eds.) (1988). *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers. London. pgs. 349-369.
- Malerba, F., (1992). "Learning by firms and incremental technical change". *Economic Journal*, 102, 845-859.
- ____ and Montobbio, F., (2003). "Exploring factors affecting international technological specialization". *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 411-434.
- Mancusi, M.L. (2001). "International technological specialization in industrial countries: patterns and dynamics". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 137, (4), 593-621.
- Meliciani, V. (2002). "The impact of technological specialisation on national performance in a balance-of-payments-constrained growth model". *Structural Change and Economic Dynamics*, 13, 101-118.
- Montobbio, F and Rampa, F., (2005). "The Impact of Technology and Structural Change on Export Performance in Nine Developing Countries". *World Development*, 33 (4), 527-547.
- Nelson, R. (ed), (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press. New York and Oxford.
- Nelson, R, and Winter, S., (1977). "In search of a useful theory of innovation". *Research Policy*, 6 (1), 36-76.
- Prates, D. (2006) "A inserção externa da economia brasileira no governo Lula". In: Ricardo de Medeiros Carneiro. (Org.). *A supremacia dos mercados e a política econômica do Governo Lula*. São Paulo - SP: Editora Unesp.
- Ribeiro, L. (2006) *Dois ensaios sobre a balança comercial brasileira: 1999/2005*. Dissertação de mestrado PUC-RJ, PUC-RJ, Rio de Janeiro.
- Ruiz, A. U. (2008). *Persistência versus mudança estrutural da especialização tecnológica do Brasil*. *Economia e Sociedade*, Campinas, v.17, n.3 (34), p.403-427.
- Schmoch, U.; Laville, F.; Patel, P.; Frietsch, R. (2003). *Linking technology áreas to industrial sectors*. Final Report to the European Commission, DG Research.
- SECEX. (2012). *Evolução do comércio exterior brasileiro: 1950-2011*. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1486&refr=608>
- Skiendziel, A. (2008) *Estimativas de elasticidades de oferta e demanda de exportações e de importações brasileiras*. Dissertação de mestrado, UNB, Brasília.
- Stolpe, M., (1995). *Technology and the dynamics of specialization in open economies*. Tubingen Mohr.
- Vertova, G. (2001). "National technological specialisation and the highest technological opportunities historically". *Technovation*, 21, 605-612.