

Hiato Tecnológico Setorial Brasileiro: abordagem a partir da inovação

Autor: Sidnei de Caria Junior *

Co-autor: Mario Luiz Possas **

* Doutorando em Teoria Econômica – IE/UNICAMP

** Professor titular emérito da UFRJ e professor colaborador da UNESP/FCLAr

Resumo

Com base no arcabouço evolucionário e a partir dos dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) do IBGE, para o Brasil, e da Community Innovation Survey (CIS), para países europeus, este trabalho apresenta e utiliza uma metodologia própria para cálculo de Hiato Tecnológico, com base em indicadores relativos ao esforço e ao desempenho inovativo das firmas e aplicado para todos os setores, ao nível de agregação dessas pesquisas, da indústria no Brasil e na União Europeia. Objetiva-se aqui, mais do que apenas medir a distância a que estamos das economias europeias, apontar algumas origens do consensual baixo desempenho inovativo e tecnológico da matriz industrial brasileira se comparada às potências globais.

Palavras-chave: Hiato Tecnológico, Inovação, Catching-up, Pesquisa e Desenvolvimento.

Abstract

Based on the evolutionary economics framework and using the data provided by the Research of Technological Innovation (PINTEC/IBGE) and by the Community Innovation Survey (CIS/Eurostat), this paper presents and applies its own methodology of Technology Gap measurement. The starting point here are our indicators representing two different dimensions of the innovation process: the initial effort and the actual result in terms of innovation. Those are calculated using the available data related to all sectors of the manufacturing industry, respecting the aggregation level of the surveys, both for Brazil and European Union. Rather than just measuring the distance from European economies, we aim to point out some probable origins of the consensual low innovative and technological performance of the Brazilian industrial matrix, especially when compared to the European leaders, such as Germany and France.

Keywords: Technology Gap, Innovation, Catching-up, Research and Development.

Área ABEIN: Área 5 - Inovação e mudanças técnica, organizacional e institucional.

Classificação JEL: O3 – Technological Change; Research and Development.

I. INTRODUÇÃO

Durante duas décadas após o trabalho seminal de Solow (1956), houve relativa estabilidade no entendimento dos determinantes da mudança econômica. A década de 1980 marcou o reavivamento dos estudos sobre o crescimento, com uma mudança, ainda que parcial, na perspectiva *mainstream*. Essa mudança se dá, principalmente, pela atribuição do crescimento econômico a fatores endógenos ao sistema, e não mais a fatores externos que afetam as economias nacionais, com a mudança técnica endógena como determinante primordial deste processo. Gradativamente, deixou de ser considerado nos modelos endógenos de crescimento, além da mudança técnica exógena, o tratamento da disponibilidade de oportunidades tecnológicas como homogênea a todos os países, como se a tecnologia fosse um bem “público” e acessível a todos. (PORCILE et al, 1999).

Verificou-se entre as décadas de 1950 e 80 o que Schumpeter já afirmava nos idos de 1940, e destacado na abertura desta introdução: o sistema é revolucionado por dentro e a todo momento. Ora, a mudança técnica pode estar de fato no centro do crescimento endógeno, mas deve haver alguma força que promova a própria mudança técnica – força essa descrita pelo próprio Schumpeter como a **inovação**, responsável pelos novos produtos, métodos de produção e oportunidades de mercado, introduzidos ao sistema a todo momento e motivadores da sua constante evolução. Neste sentido, este trabalho busca justamente entender como as empresas, unidade microeconômica onde a revolução estrutural acontece, estão se esforçando para implementar inovações e como estes esforços geram resultados distintos, que criam diferenças entre a capacidade tecnológica e inovativa entre os países. Busca-se, além de medir o hiato tecnológico industrial entre países e classificá-los quanto à sua capacidade inovativa, entender algumas das fontes das diferenças observadas entre eles.

Numa tentativa de se aproximar ao máximo do nível microeconômico, este trabalho utiliza em seu modelo dados desagregados ao nível setorial, advindos da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) brasileira e da pesquisa europeia *Community Innovation Survey* (CIS). Apesar da ampla base de dados e dos muitos países da amostra, a maior atenção recai, como não poderia deixar de ser, sobre a indústria brasileira. Há praticamente um consenso na literatura sobre o baixo dinamismo inovativo brasileiro, a falta de competitividade do país em setores de maior valor agregado, o baixo número de patentes e, talvez como reflexo de tudo isso, a observação de anos de crescimento baixo e não-sustentado. Entender como (e se) as firmas brasileiras inovam e de que modo estão direcionando seus esforços de inovação pode ser uma chave para compreender as causas dos problemas há pouco citados. Será que nossas empresas estão se empenhando em atividades que lhes garantam vantagens em um sistema concorrencial global, complexo e acirrado, e que lhes permitam prevalecer em meio à desordem que caracteriza o sistema capitalista, tal como preconizava Schumpeter?

Para tentar responder a essa pergunta, este trabalho está estruturado da seguinte forma: a primeira sessão trará um breve embasamento teórico, construindo a ideia de hiato a partir da inovação; a segunda apresentará a metodologia criada para a mensuração do hiato tecnológico industrial a partir de indicadores de inovação, para a análise de resultados e para comparação entre setores de países diferentes. A terceira seção apresentará os resultados segmentados por densidade tecnológica; finalmente, serão apresentados alguns padrões encontrados durante o tratamento dos dados acerca da relação entre Esforço Inovativo e Dinamismo Inovativo, as duas dimensões que propusemos para fundamentar a análise comparativa da inovação intrassetorial e internacional.

II. CONCORRÊNCIA, INOVAÇÃO E HIATO TECNOLÓGICO

A concorrência como processo tem uma dimensão plenamente ativa de diferenciação. Empresários recorrem a formas de financiamento para viabilizar investimentos em inovação de naturezas diversas: produtos, processos, arranjos organizacionais, uso de novas matérias primas, entrada em novos mercados ou toda e qualquer mudança que dê oportunidade ao investimento lucrativo. Concorrência nada tem a ver com o número de *players* de um mercado, mas com a sua capacidade de gerar mudanças ao longo do tempo, por meio de inovações que geram efeitos dinâmicos. O que move o sistema, em suma, é a inovação, radical ou incremental, promovida pelo empresário, que assume a figura do líder, do inovador, do agente ativo e propenso ao risco, impelido pela busca contínua pelo lucro. A presença de agentes que visam a lucros torna “essencialmente endógeno o aparecimento de inovações, que constituem o mecanismo de alterar as

condições do ambiente econômico, tornando cruciais as decisões capitalistas de investir, no sentido de modificar irreversivelmente o contexto em que são tomadas” (POSSAS, 1991, p. 82).

Sendo a atividade econômica voltada para o lucro, este se torna condenado à diluição na ausência de inovações, responsáveis pela abertura de novas possibilidades de criação de espaços econômicos passíveis de apropriação, ou seja, a criação de vantagens que podem ser convertidas em lucros monopolistas, temporários em maior ou menor grau. A concorrência, portanto, é processo de interação das unidades econômicas que buscam lucro mediante esforço inovativo, ou esforço de diferenciação de suas concorrentes (POSSAS, 1996).

Com a introdução de inovações ao sistema concorrencial, a concorrência passa a não se restringir somente à sua óbvia e tradicional dimensão passiva, de eliminação gradual de diferenças, através de imitação, redução de lucros ou expansão da oferta – a busca “Ricardiana” do lucro onde ele existe. Mas, sim, impera sua dimensão ativa, da busca pelo lucro onde ele ainda não existe. Inovação é o instrumento utilizado pelas firmas para ganhar vantagens competitivas sobre seus rivais no ambiente comum, o mercado, tal como se fossem agentes que evoluem para sobreviver ao processo seletivo que acontece em um ambiente hostil e competitivo – descrição esta mais do que adequada para o sistema capitalista.

Se as firmas representam o nível microeconômico em que de fato acontecem a criação de conhecimento e as inovações, deve ser, portanto, a partir dele que o problema da mudança tecnológica deve ser analisado. Podemos, assim, encarar uma indústria como resultado das características de suas firmas e, mais agregadamente como faremos neste trabalho, assumir as características de um país como um agregado das características de suas firmas e as indústrias que elas compõem. Finalmente, havendo diferenças tecnológicas entre firmas, a agregação no sentido exposto dará, também, diferenças tecnológicas entre indústrias e países – um *hiato* entre a capacidade tecnológica de duas indústrias ou duas nações em dado momento do tempo.

As causas da existência e manutenção do hiato tecnológico entre dois países são, como se poderia imaginar, muitas. No entanto, se queremos avaliar dois países quanto à sua capacidade tecnológica, podemos nos ater a como suas firmas se esforçam para inovar e quanta inovação elas produzem de fato. Esses dois fatores podem ser (e são aqui) reflexos de como estas firmas de um determinado país interpretam os elementos econômico-institucionais, agem para se diferenciar, reagem à concorrência, além de serem reflexos da qualidade da mão de obra e da pesquisa de um país, dos incentivos públicos à criação de conhecimento e inovação, do sistema tributário, legislativo, da burocracia envolvida para empreender e inovar, dentre outros diversos fatores. Mais que isso, como e quanto os países inovam é indicativo sólido da sua capacidade de produção de tecnologias não apenas em termos absolutos, mas também em termos relativos.

Apesar disso, boa parte da literatura que aborda a questão do hiato tecnológico entre países o faz em termos mais “gerais”, no sentido de agregação econômica dos quesitos estudados, utilizando constantemente, a noção de *catch-up* como uma alusão à redução de diferenças entre PIB per capita ou, no máximo, entre produtividade geral de um grupo de países¹. A própria evidência histórica indica que os grandes processos de *catching-up* de renda e produtividade observados ao longo do tempo se deram principalmente a saltos inovativos e tecnológicos², o que torna bastante razoável considerar que a capacidade inovativa é um fator chave para o desenvolvimento econômico e o processo de *catch-up* entre países.³

Visto isso, norteará este trabalho a ideia de que a capacidade de um país alcançar outro em termos tecnológicos está expressa pelas capacidades relativas das firmas destes países produzirem inovações –

¹ Verspagen (1991), por exemplo, utiliza em seu modelo o PIB per capita como “variável-gap”, Amable (1993) utiliza PIB per capita como capacidade de “imitação” de tecnologias.

² Como visto em Freeman e Soete (1997) e Freeman e Louçã (2001), o caso da Indústria do Reino Unido – líder tecnológico do mundo até o fim do século XIX, superado por Estados Unidos e Alemanha, que se tornaram intensos em novas tecnologias, formas de organização produtiva e distribuição. Hoje, juntam-se a EUA e Alemanha Coreia do Sul e Japão, países que também passaram por revoluções produtivas.

³ Tal como nota Fagerberg (2003), os *catch-ups* de sucesso estão historicamente associados não meramente à adoção de técnicas existentes em indústrias já bem estabelecidas, mas também à inovação, particularmente organizacional, impregnada em novas indústrias.

consequentemente, o processo de *catching-up* tecnológico nacional deverá passar pela capacidade inovativa do agregado de firmas destes países. Já o *catching-up* tecnológico é, por sua vez, o processo pelo qual uma economia acelera seu progresso técnico em direção aos patamares ocupados pelos países “líderes”, possuidores de matrizes produtivas com maior densidade tecnológica. É, literalmente, o processo de alcançar. Nesse sentido, a defasagem, ou hiato, se dá pela distância em termos tecnológicos dos países líderes para seus “perseguidores”.

III. METODOLOGIA

A metodologia criada privilegiará não apenas a comparação direta entre países, mas em especial a diferenciação entre setores quanto à sua capacidade inovativa, sua demanda por mão de obra qualificada, gastos com P&D, e outros fatores determinantes da capacidade tecnológica da produção industrial de uma economia nacional. Para contornar o problema da utilização de dados agregados, será utilizada a PINTEC-IBGE, composta por indicadores setoriais regionais e nacionais, referentes às atividades de inovação das empresas industriais⁴ brasileiras⁵. Os dados dos países a serem comparados com o Brasil foram obtidos da *Community Innovation Survey* (CIS), pesquisa organizada pela Eurostat, organização responsável pela criação, compilação e disponibilização de estatísticas diversas sobre os países da Comunidade Europeia⁶. PINTEC e CIS, por terem suas bases metodológicas no Manual de Oslo, oferecem a possibilidade de compatibilização dos seus dados principalmente quanto à metodologia de mensuração de cada indicador e à divisão das empresas em grandes setores e à composição destes em subsetores, compartimentação esta essencial aos objetivos deste trabalho.⁷

Serão considerados nesta análise os anos de 2003, 2005, 2008 e 2011 da PINTEC⁸. Como os dados da CIS não estão disponíveis na mesma periodicidade dos da PINTEC, a comparação período a período foi realizada com a pesquisa CIS de ano mais próximo a da pesquisa de inovação Brasileira: Período 1 – ano 2003 PINTEC e 2004 CIS; Período 2 – ano 2005 PINTEC e 2006 CIS; Período 3 – Ano 2008 PINTEC e 2008 CIS; Período 4 – 2011 PINTEC e 2010 CIS. Ainda que a coincidência de períodos não seja exata, o número de anos que cada pesquisa abrange é o mesmo (três) sob a mesma metodologia de coleta, além de serem, como citado, os anos mais próximos entre as pesquisas utilizadas. Dentro destes períodos, os países e setores a serem comparados foram escolhidos com base, simplesmente, na disponibilidade de dados⁹. Assim, todos os setores¹⁰ da indústria de transformação com dados disponíveis para a construção dos indicadores (a serem apresentados adiante) foram incluídos na amostra, mantendo-se os mesmos para cada setor em todos os períodos estudados. A amostra total, portanto, é constituída por 19 setores, quatro períodos e uma média de 12 países por setor. As tabulações utilizadas, tanto da CIS/Eurostat quanto da

⁴ A classificação de atividades de referência da PINTEC é a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, seções Indústrias Extrativas e Indústrias de Transformação (C e D, respectivamente), que definem o âmbito da pesquisa.

⁵ As informações da PINTEC estendem-se a todas as empresas do Território Nacional que têm registro no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, do Ministério da Fazenda, e que, no Cadastro Central de Empresas – CEMPRE do IBGE, estão classificadas como empresa industrial (principal receita derivada da atuação nas atividades das indústrias extrativas ou indústrias de transformação), ativa; e empregando 10 ou mais pessoas. A PINTEC baseia-se em pesquisa de campo, na qual as informações técnicas a respeito da inovação são obtidas por meio de entrevistas junto aos responsáveis técnicos “locais”.

⁶ Uma descrição completa das funções da Eurostat pode ser encontrada em seu site oficial da instituição disponível sob o endereço <http://ec.europa.eu/eurostat/about/overview>.

⁷ Para fins de obtenção das estimativas e da divulgação dos resultados da pesquisa foram definidas atividades resultantes de agregações dos grupos (três dígitos) da CNAE, equivalente à classificação NACE utilizada pela CIS.

⁸ O ano de 2000 foi descartado pela escassez de dados relativos ao ano na CIS, impossibilitando uma comparação do mesmo nível de abrangência possibilitada pelos dados dos demais períodos.

⁹ Embora a PINTEC seja mais completa neste aspecto – não há muitos dados faltando para muitos setores – a CIS, por ser realizada junto a cada país da Comunidade Europeia, é suscetível a problemas com disponibilidade de dados de cada país e graus de confidencialidade, resultando em muitos “traços” nas matrizes de dados, indicando a indisponibilidade do dado por simples inexistência ou por motivo de sigilo. Após a compatibilização, no entanto, não se perderam muitos setores nem muitos países “relevantes” na Comunidade Europeia, sendo a necessidade de exclusão do Reino Unido da amostra, por falta de dados, a perda mais prejudicial à análise.

¹⁰ Equivalentes para CIS e PINTEC.

PINTEC/IBGE, foram as disponíveis publicamente em seus sites oficiais. Os dados utilizados para a construção dos indicadores, base para o cálculo do hiato tecnológico setorial e nacional, são os seguintes:

1. Características Gerais dos Setores: **a) Total de Empresas do Setor:** total de empresas que responderam à pesquisa, enquadradas como ativas no setor em questão; **b) Número Total de Empregados:** total de empregados em todas as áreas das empresas do setor em questão; **c) Receita Líquida Total:** receita das vendas de produtos e serviços industriais, deduzidos todos os impostos e contribuições, além de vendas canceladas e outros descontos incondicionais¹¹.

2. Gastos para a Inovação: **a) Gasto Total com Atividades Inovativas:** dispêndio com atividades inovativas, que se referem aos esforços empreendidos pela empresa no desenvolvimento e implementação de produtos (bens ou serviços) e processos novos ou aperfeiçoados. Conceito amplo, abrange todas as etapas que possam estar relacionadas ao desenvolvimento de inovações de produto ou processo, dentro ou fora da empresa, por meio da aquisição de serviços (PINTEC, 2011); **b) Gasto Total com Atividades de P&D:** total dispendido com atividades específicas de Pesquisa e Desenvolvimento¹², abrangendo atividades de Pesquisa Básica (experimental ou teórica sem aplicação específica), Aplicada (experimental ou teórica com aplicação específica) ou de Desenvolvimento Experimental (trabalho sobre conhecimento existente, orientado à produção de novos produtos ou instalação de novos processos).

3. Esforço para Inovar: **a) Empresas que realizam P&D:** abrange toda empresa que realizou alguma atividade de Pesquisa e Desenvolvimento no Período, sem distinção de P&D interno ou adquirido, contínuo, produzido por departamento próprio, ou ocasional, desenvolvido apenas em determinado momento do tempo, para fim específico ou não. **b) Empresas Com Atividades de P&D Interno Contínuo:** número de empresas do setor que desenvolvem de maneira contínua atividades de Pesquisa e Desenvolvimento internas à firma, diferenciando-se daquelas que adquirem conhecimento de fontes externas e que realizam atividades de P&D de maneira ocasional ou contingencial.

4. Produção efetiva de Inovação: **a) Total de Empresas Inovadoras:** empresas que realizaram qualquer tipo de inovação no período, independentemente se de produto, processo, organizacional. Também ficam sem distinção empresas que implementaram produtos ou processos novos apenas internamente, para o mercado ou setor nacionais ou para o mundo; **b) Empresas que Inovaram em Produto:** específico para empresas que realizaram uma inovação de produto no período, definida como qualquer inovação que resulte em um produto novo ou substancialmente aperfeiçoado; **c) Empresas que Inovaram em Processo:** específico para empresas que realizaram uma inovação de processo no período, relativa à implementação de um novo ou substancialmente aperfeiçoado método de produção ou de entrega de produtos, além de mudanças em técnicas, equipamentos e/ ou softwares em atividades de apoio à produção (PINTEC, 2011).

De modo mais geral, o grupo de dados (1) busca caracterizar os setores nacionais quanto às características mais gerais de suas firmas: quantas são, quantas pessoas empregam e quanto lucram. Quando da aplicação dos indicadores e da técnica de cálculo do hiato, estes dados funcionarão como ponderadores dos demais, criando-se proporções possibilitando caracterizar e comparar setores iguais em países diferentes. Os grupos (2) e (3), por sua vez, tentam captar de maneira geral os esforços que as firmas nacionais realizam para criar e implementar inovações, numa ilustração da produção de conhecimento, do estabelecimento de rotinas e de mecanismos de busca e seleção internos à firma, traduzidos na existência departamentos de P&D, na manutenção de programas de pesquisa contínuos, na busca externa por conhecimento ou na aquisição de maquinários específicos para inovar, na contratação de pessoal especializado e de pesquisadores empenhados na condução de programas voltados à inovação. O Grupo (4) diz respeito à inovação propriamente dita, implementada internamente ou disponibilizada mercadologicamente pelas firmas, em sua forma mais ampla (4.a) ou mais específica (4.b e 4.c).

Cabem também algumas observações mais específicas acerca dos dados escolhidos. A primeira é quanto à opção de diferenciar nos indicadores empresas que realizam Atividades Inovativas das que realizam P&D. Optou-se por diferenciar uma simples atividade inovativa que, de tão amplamente descrita, pode levar o respondente a enquadrar erroneamente atividades diversas desenvolvidas pela empresa como

¹¹ A descrição completa das deduções encontra-se em PINTEC, 2011, p. 07.

¹² Trabalho criativo, empreendido de maneira sistemática, com o propósito de aumentar o acervo de conhecimentos da empresa, assim como a utilização destes conhecimentos para criar novas aplicações (PINTEC, 2011, p. 14)

sendo inovativas quando, estritamente, não o seriam. Raciocínio análogo pode ser empregado aos dados sobre Empresas que Realizaram P&D e Empresas que Realizam P&D Contínuo – empresas que se enquadram em casos mais amplos (aquisição ou eventualidade do P&D) são levadas em consideração, mas aquelas que deliberadamente mantêm o P&D continuamente e internamente à firma são privilegiadas no cálculo do potencial inovativo de um setor e do país que o abriga.

Decorre desta amplitude o segundo ponto a ser comentado: a diferenciação entre empresas que Inovam e empresas que Inovam em Produto e que Inovam em Processo. Busca-se aqui privilegiar firmas/setores/países que têm mais inovação específica em produtos ou processos, sem deixar de levar em consideração firmas que inovaram em qualquer um dos âmbitos considerados pelo Manual de Oslo. Dá-se maior peso, intencionalmente, às firmas que implementaram efetivamente inovações para o mercado, tal como Fagerberg (2013) explica a síntese da classificação Schumpeteriana que se deu ao longo do tempo, que resulta nestes dois aspectos, exposta na seção anterior.¹³

A diferenciação destes âmbitos tem pesos distintos sobre os dados brasileiros e europeus – é plausível que a implementação de uma inovação na União Europeia (contexto econômico dos países respondentes da CIS) dificilmente fique restrita a um setor específico de um único país ou ainda mais somente à firma, dada a proximidade dos países e a maior integração de suas economias. O questionário de ambas as pesquisas trata o âmbito da inovação de maneira idêntica: tanto CIS quanto PINTEC possibilitam às firmas se declararem inovadoras de produto ou processo mesmo que esta inovação não tenha sido criada efetivamente por elas, mas adquirida ou incorporada de uma fonte externa. Apesar de não compartilhar desta definição, este trabalho utiliza o total das inovações tanto de produto quanto de processo por respeito à equiparação metodológica fundamental à comparabilidade dos dados.

O emprego de maior rigor definicional foi utilizado sempre quando possível, ou seja, sempre que não ameaçasse a comparabilidade das bases de dados - como, por exemplo, no caso da diferenciação entre P&D e Atividades Inovativas. Privilegiar empresas que realizam P&D contínuo sobre as que realizam P&D em qualquer momento do tempo, as que inovam para o mundo sobre as que inovam “para si mesmas”, as que gastam com P&D sobre as que gastam com qualquer “atividade inovativa” é depositar sobre estas decisões da empresa maior importância quando pensamos na inovação enquanto motor da mudança econômica e fator preponderante para países que desejem efetuar o *catching-up*¹⁴.

3.1. Construindo o Hiato Tecnológico Industrial

3.1.1. As Dimensões do Processo Inovativo

Os dados setoriais serão a base para a medição do Hiato, calculado a partir de indicadores centrados em algumas características essenciais ao processo inovativo, definidas no âmbito das firmas e refletidas diretamente em seus respectivos setores. Propõe-se neste trabalho a diferenciação entre elas nas três dimensões que seguem: **a) Densidade Tecnológica:** representando o peso relativo da tecnologia em cada setor, esta medida deve servir para identificar setores de ponta tecnológica¹⁵, suas empresas e,

¹³ Na direção da diferenciação dos “tipos de inovação”, tentou-se empregar outra diferenciação quanto às inovações de produto ou de processo. Na PINTEC, há a separação em sua base de dados entre número de firmas que (i) inovaram para a empresa; (ii) inovaram para o mercado nacional e (iii) inovaram para o mundo; enquanto na CIS essa distinção não é feita, sendo apresentado apenas o valor total das inovações, frustrando o plano inicial de filtrar as conceitualmente obscuras “inovações para a firma” e “inovações para o mercado nacional” do total, e utilizar apenas os dados relativos ao “mercado mundial” como âmbito da inovação de produto e de processo. A inovação para o mundo, por sua vez, é uma indicação mais clara da inovação *stricto sensu*, ainda mais se aplicada a uma economia tão internacionalizada quanto a atual. Isso não quer dizer que uma empresa que inovou, mas não inovou para o mercado como um todo (global), não seja contabilizada – isto é ilustrado no dado amplo sobre “empresas que inovaram”, citado anteriormente. A questão é aumentar o peso relativo daqueles países que possuem empresas criadoras de inovação para fora de seus limites domésticos.

¹⁴ Ainda que uma ação eventual de pesquisa ou a aquisição de um novo software ou máquina possam ser importantes para a evolução tecnológica de um país, como a literatura frequentemente indica, principalmente para economias em desenvolvimento, a maturidade científica e a criação de competências vêm com a regularidade das atividades de pesquisa e, mais ainda, aquelas voltadas especificamente à introdução de inovações para todo o mercado.

¹⁵ Conceito diferente do de “fronteira tecnológica”. Enquanto a ponta é formada por tecnologias intensivas em ciência, frutos de paradigmas tecnológicos mais recentes, cada tecnologia, por sua vez, tem sua própria fronteira: o ponto mais distante da origem que foi alcançado em sua própria trajetória tecnológica.

consequentemente, os países que detêm a liderança nos setores de ponta; **b) Esforço Inovativo:** define-se ex ante, sendo as estratégias e ações relativas à inovação e mudança tecnológicas definidas ao nível da firma, podendo, por extensão, ser agregado para os setores. Busca-se avaliar os esforços despendidos pela firma com o intuito de aumentar a sua competitividade por meio das inovações; **c) Dinamismo Inovativo:** deve ser encarado como um atributo *ex post* da firma, podendo também ser estabelecido setorialmente, definido pelo grau de desempenho inovativo das firmas. É mais amplo e não necessariamente redutível à densidade tecnológica do setor: pode-se observar, por exemplo, bom ritmo de inovação em setores cujas tecnologias não são consideradas de ponta. Dinamismo representa, assim, um conjunto de aperfeiçoamentos em sentido amplo, sem caráter necessariamente tecnológico, tais como as relativas à estrutura organizacional, marketing, estética de produtos, relações externas, dentre outros.

Os indicadores foram criados para representarem as dimensões teóricas propostas do processo inovativo. A dimensão “densidade tecnológica” será definida conforme prática usual da OCDE, dispensando o uso de dados secundários. Quanto às outras duas dimensões, Ficaram dispostos da seguinte forma: **a) Esforço Inovativo:** (1) *Empresas que realizam P&D/ Total de Empresas*; (2) *Gasto em Atividade Inovativa/ Receita Líquida de Vendas*; (3) *Empresas que Realizam P&D/ Contínuo Empresas inovadoras*; (4) *Gasto em P&D Receita/ Líquida de Vendas*; (5) *Pessoal Empregado em P&D/ Total de Empregados*; **b) Dinamismo Inovativo:** (6) *Empresas Inovadoras/ Total de Empresas*; (7) *Empresas que implementaram Inovação de Produto/ Empresas Inovadoras*; (8) *Empresas que implementaram Inovação de Processo/ Empresas Inovadoras*

A diferença entre o conjunto destas características para um mesmo setor em dois países será o Hiato Tecnológico entre estes países naquele setor, identificando assim países líderes em tecnologia e inovação em cada setor e os grupos de países atrasados.

3.1.2. Hiato Como Distância: Do Hiato Setorial ao Hiato Nacional

Quando as variáveis em estudo possuem propriedades métricas, ou seja, são medidas em escalas de razão (como no caso dos indicadores apresentados), um modo de se medir a proximidade de dois objetos é com uma medida de distância (Lattin et al., 2011)¹⁶. Aqui será utilizada como base a Distância Euclidiana (DE). Lattin et al (2011) descrevem a DE geral, entre apenas dois pontos, dos valores X da amostra i para o da amostra j no quesito k como dada por:

$$DE_{ij} = [\sum (X_{ik} - X_{jk})]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

A fórmula de distância descrita pela equação (1) é aplicada mais comumente a dados padronizados, atribuindo-se pesos iguais para todos os casos, implicando que eles sejam igualmente importantes para a análise (Lattin et al, 2011). Essa é justamente uma das premissas fundamentais deste trabalho: fazer uma análise exploratória, sem atribuir pesos de maior importância a nenhum dos indicadores, deixando para encontrar os padrões e diferenças fundamentais *a posteriori*.

A DE, em seu formato original, consiste na comparação de dois pontos relativos a observações de dois casos da amostra, formato que bastaria se a intenção fosse obter uma distância métrica de apenas dois pontos em apenas um momento do tempo. A evolução intertemporal dos países, desejada na análise, depende de uma base fixa, para que não haja distorções nas bases de comparação conforme os períodos mudam. Como todos os indicadores são números absolutos, proporções de variáveis de mesma escala, em que “maior, melhor”, o pior desempenho possível só poderia ser zero e, analogamente, o melhor desempenho possível seria um. Fixa-se na DE um dos valores como zero, representando o pior desempenho possível em qualquer indicador, resultando num método de raiz da soma das diferenças quadráticas entre cada um dos indicadores e a base zero, colocando, assim, todos os países em ordem na mesma “régua” de desempenho multidimensional, como expresso na equação (1) abaixo.

$$DE_{Setorial}_{base\ zero} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (0 - X_{ij})^2} \quad (2)$$

Agora, temos que a trajetória de cada país depende apenas de seu próprio desempenho no cálculo da distância em todos os períodos. Como mencionado, a intenção primordial é captar a intertemporalidade,

¹⁶ Soma-se a isso a própria intenção de se medir um hiato, ou seja, obter uma distância entre dois países em um determinado setor

mas de preferência com escala definida e algum nível relativo, ou seja, um hiato deve mostrar efetivamente a distância entre dois países. Aqui, até agora, temos a distância de todos os países de um zero hipotético. O Método da Equação (1) não possibilita essa análise relativa e ainda deixa a dever a escala. Para resolver estes problemas, busca-se unir as duas ideias anteriores, de “pior” e “melhor” desempenho possível no cálculo da distância, fazendo todos os países partirem da mesma base (o zero) e poderem chegar, no máximo, no melhor desempenho possível (o um). Isso foi feito calculando todos os resultados da distância euclidiana a partir do pior desempenho, em relação ao melhor desempenho possível – teoricamente, um país que obtivesse “1,00” em todos os indicadores. Esta nova construção é expressa na Equação (3), a seguir.

$$DE\ Total = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (0 - X_{ij})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (0 - 1)^2}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij})^2}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Temos desse modo uma evolução contínua, sem variações não justificadas senão apenas pela variação dos próprios indicadores, com resultados compreendidos entre 0 e 1, invariáveis ao número de indicadores e com a mesma base no tempo. Para saber agora **quão** à frente está um país, usar-se-á a Equação de Distância da Fronteira (DF)(4), abaixo:

$$DF = \left[\left(\frac{X_{observado}}{X_{máximo}} \right) - 1 \right] \times -100 \quad (4)$$

Teremos a partir da equação (4) uma diferença percentual, sempre positiva, entre o país com melhor desempenho geral nos indicadores propostos e os demais, colocando-os numa hierarquia que os classifica em relação à fronteira do setor.

A partir dessa metodologia, podemos medir a distância entre os setores não apenas no total, mas também em termos de seus esforços e dinamismos inovativos. Nesta perspectiva, poderemos observar se países com níveis de esforço similares têm desempenhos diferentes, denotando a presença de outros fatores decisivos ao processo inovativo inerentes a cada localidade, como haveria de se esperar à luz da literatura:

$$DE\ Esforço = \frac{\sqrt{(0-IND1_j)^2 + (0-IND2_j)^2 + (0-IND3_j)^2 + (0-IND4_j)^2 + (0-IND5_j)^2}}{\sqrt{5}} \quad (5)$$

$$DE\ Dinamismo = \frac{\sqrt{(0-IND6_j)^2 + (0-IND7_j)^2 + (0-IND8_j)^2}}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

Uma vez aceita essa divisão do Hiato Geral, resta unir as duas dimensões de modo que resultem em um único indicador representativo do desempenho total dos países no setor em questão. A sugestão é a Média Geométrica dos dois, expressa na Equação (7), descrita a seguir, caracterizando o Índice Setorial de Inovação (IST).

$$IST = \sqrt{I_{ESFORÇO} \times I_{DINAMISMO}} \quad (7)$$

A média geométrica dá pesos iguais para seus componentes (exatamente a intenção *a priori*), mas dá maior impacto a valores extremos, penalizando, por exemplo, países com desempenho muito baixo em alguma das dimensões, sem possibilidade de este mau desempenho ser mascarado por um bom desempenho em outros indicadores de outra dimensão, como pode acontecer ao calcularmos um hiato geral utilizando todos os indicadores de uma vez só. O Hiato setorial, portanto, será a distância da fronteira de cada setor, com base na Equação 3 aplicada ao resultado do IST:

$$Hiato\ Setorial = \left[\left(\frac{IST_{observado}}{IST_{máximo}} \right) - 1 \right] \times -100 \quad (8)$$

A aplicação sequencial das equações 5 e 6 aos indicadores dará, como descrito, o quanto o país se distanciou do seu zero teórico respectivo. Portanto, a partir das características das firmas, obtêm-se características dos setores, estas últimas utilizadas no cálculo de desempenho setorial. Ao passo que os oito indicadores propostos são encarados como características setoriais, os desempenhos setoriais podem ser vistos como as características da matriz industrial de cada país. Como proposto na revisão bibliográfica e nesta metodologia, o desempenho de um país, neste estudo, será um reflexo do desempenho dos setores que ele abriga. Adaptando o método de cálculo e aplicando a divisão de dimensões, teremos para o Esforço Nacional (EN) do país j com base em todos os setores produtivos i em (10); analogamente, teremos o Dinamismo Nacional (DN) do país j para todos os setores produtivos i em (11); de posse de EN e DN,

obtem-se o Índice Nacional de Inovação (INI) do país j , em (12); para finalmente obtermos o Hiato Nacional, em (13).

$$EN_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (DE Esforço_{ij})^2}}{\sqrt{n}} \quad (10) \quad DN_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (DE Dinamismo_{ij})^2}}{\sqrt{n}} \quad (11)$$

$$INI_j = \sqrt{EN_j \times DN_j} \quad (12) \quad Hiato Nacional = \left[\left(\frac{INI_{observado}}{INI_{máximo}} \right) - 1 \right] \times -100 \quad (13)$$

Constroi-se, desse modo, um Hiato Nacional baseado essencialmente nas características das firmas de cada setor de cada país da amostra, respeitando a essência microeconômica do processo inovativo, mesmo quando sob perspectiva macro, em termos de agregação ao nível nacional.

IV. APLICAÇÃO E RESULTADOS

Os resultados dos indicadores e os desempenhos dos países serviram como base para os dois recortes a serem apresentados nesta seção: densidade tecnológica e nacional. Enquanto para o recorte por Densidade Tecnológica foram utilizados como base o desempenho do Brasil e dos países europeus em cada um dos setores classificados como Baixa, Média-Baixa, Média-Alta e Alta Tecnologia, para o recorte Nacional foram utilizados todos os setores disponíveis para cada país da amostra.

4.1. Divisão Setorial Por Densidade Tecnológica

4.1.1. Baixa Tecnologia

Compõem a divisão de Baixa-Tecnologia os setores de Alimentos e Bebidas, Couro, Coque e Petróleo, Impressão e Reprodução, Madeira, Móveis, Papel, Têxtil e Vestuário. Confirma-se, ainda que não de maneira exata, a impressão *ex ante* que se pode ter da relação entre esforço inovativo, dinamismo inovativo e densidade tecnológica. Como veremos ao longo desta seção, setores com menor densidade tecnológica realizam menos esforços e obtêm menor dinamismo. A tabela 1, abaixo, condensa os resultados nacionais para os setores de baixa tecnologia bem como as respectivas fronteiras nesta dimensão.

Vemos, neste nível de agregação, o primeiro indício de uma tendência que se confirmará quando da apresentação das quatro densidades: o Brasil é um país com nível muito baixo de esforço inovativo se comparado aos países da União Europeia analisados. Deve-se observar, primeiramente, o nível em que se encontram os países em termos de esforço nos setores de Baixa Tecnologia. Entre o próximo de zero, com um resultado máximo de 0,33 alcançado pela França em 2006, os setores de baixa tecnologia detêm o menor nível de esforço dentre todos os analisados. Ainda, percebe-se uma maior concentração de países em níveis inferiores a 0,2, estando acima disso no final do período apenas Holanda, Bélgica e Alemanha. Os resultados resumidos para o setor de baixa tecnologia, expostos se repetem para as demais densidades tecnológicas: quando o critério é a inovação *stricto sensu*, o Brasil ocupa posições retardatárias, tendo tanto seu esforço quando seu dinamismo equiparáveis a países de menor tradição tecnológica, como Polônia, Romênia, Lituânia e Hungria, ficando cerca de 60% abaixo dos países líderes, tais como França, Holanda e, mais notadamente, a Alemanha, que mantém a posição de fronteira durante todo o período com relativa folga dos demais países, que permanecem em posições intermediárias (0,20 a 0,40). No escalão de baixo está o Brasil, com desempenho inovativo próximo de Polônia, Lituânia e Hungria, situação retratada na Tabela 1.

Como uma primeira aproximação, destaca-se a maior irregularidade das trajetórias de esforço no tempo, como citado. Deve-se a isso a própria composição dos indicadores desta dimensão: empresas que realizaram P&D no período, gastos com atividade inovativa e P&D e pessoal empregado em atividades de P&D são, por exemplo, indicadores de atividades das firmas sujeitas não somente a planejamentos de longo prazo, mas também fortemente afetadas por fatores externos às firmas, como situação econômica do país ou demanda por seus produtos, e também contingenciais – uma firma pode deliberadamente elevar seu

gasto com atividades inovativas no curto prazo visando a uma ação específica de lançamento de produto ou uma adequação à uma nova norma ou à uma nova tecnologia empregada na indústria em questão.

	ESFORÇO NACIONAL - BAIXA TEC.				HIATO ESFORÇO - BAIXA TEC.				DINAMISMO NACIONAL - BAIXA TEC.				HIATO DINAMISMO - BAIXA TEC.			
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010
Belgium	0,18	0,26	0,23	0,27	10,12	26,19	F	10,45	0,36	0,36	0,40	0,44	29,14	34,92	37,52	28,35
Czech Republic	0,07	0,14	0,08	0,15	63,09	60,51	67,50	50,25	0,28	0,25	0,27	0,31	46,41	55,03	56,86	49,90
Germany	0,19	0,14	0,22	0,30	2,40	61,31	4,25	F	0,46	0,43	0,52	0,52	10,35	20,73	17,39	15,11
Estonia	0,12	0,11	0,09	0,13	37,22	67,98	61,22	56,82	0,35	0,38	0,41	0,42	32,45	30,22	35,11	31,53
Spain	0,10	0,15	0,11	0,10	50,34	59,51	51,62	65,23	0,35	0,36	0,34	0,32	31,43	34,71	45,68	47,58
France	0,15	0,33	0,18	0,18	22,15	6,53	22,11	38,38	0,33	0,36	0,34	0,36	35,57	33,43	46,24	41,41
Italy	0,09	0,13	0,12	0,20	55,31	64,52	47,61	33,41	0,39	0,32	0,28	0,32	24,22	41,11	55,56	47,16
Lithuania	0,06	0,05	0,07	0,07	71,63	85,77	71,51	76,29	0,30	0,25	0,23	0,19	40,84	53,42	64,32	69,66
Hungary	0,05	0,07	0,05	0,05	75,94	79,92	79,06	81,86	0,28	0,26	0,21	0,24	45,75	51,62	67,53	61,20
Netherlands	0,20	0,36	0,22	0,26	F	F	7,09	13,58	0,33	0,30	0,35	0,43	36,12	45,56	45,56	30,20
Austria	0,18	0,14	0,18	0,17	6,55	60,99	23,44	43,17	0,36	0,37	0,33	0,40	30,65	31,83	47,54	35,08
Poland	0,04	0,07	0,06	0,09	78,25	80,84	75,45	69,60	0,29	0,29	0,25	0,21	44,35	46,34	61,22	65,02
Portugal	0,08	0,12	0,10	0,17	57,11	66,45	57,66	43,16	0,31	0,35	0,31	0,37	40,41	36,71	50,57	40,21
Romania	0,03	0,09	0,07	0,08	85,96	74,87	71,36	73,82	0,17	0,17	0,22	0,21	67,76	69,70	64,74	66,35
Norway	0,15	0,06	0,09	0,01	21,55	84,52	60,32	95,00	0,32	0,30	0,32	0,34	37,23	45,92	50,12	44,97
Brazil	0,06	0,08	0,08	0,12	67,43	78,87	65,95	58,05	0,51	0,55	0,64	0,61	F	F	F	F

Tabela 1. Esforço e Dinamismo nacionais (F=Fronteira) –Baixa Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

O próprio dado de “Atividade Inovativa” compreende aquisição de máquinas e serviços (consultorias e aquisição de conhecimento em geral), fator que pode pesar na variabilidade do indicador no tempo. No dinamismo, como veremos ao longo dessa seção, há maior rigidez ao longo do tempo. Também é razoável supor que o conhecimento acumulado pelas empresas de um setor dentro de um país ao longo do tempo lhes permite uma certa continuidade no lançamento de produtos e na melhoria contínua de processos produtivos, organizacionais ou mercadológicos. Em relação à Europa, o Brasil ocupa posições retardatárias tanto no esforço empreendido para inovar quanto no resultado efetivo do esforço das firmas, o dinamismo.

Sem a diferenciação entre inovação para o mundo e outros tipos de inovação, o Brasil se torna a fronteira em dinamismo inovativo em todos os setores da densidade tecnológica, o que se repetirá para todos os setores de todas as densidades tecnológicas¹⁷. O dinamismo brasileiro triplica (!) com a utilização dos dados completos, reflexo dos indicadores de inovação de produto e de processo, que chegam a aumentar 10 e até 20 vezes se comparados aos construídos a partir dos dados de inovações exclusivas para o mercado mundial. Vemos que a posição do Brasil supera a da Alemanha, a líder incontestada com dados “subestimados” para o caso brasileiro.

Os movimentos de Esforço e Dinamismo dos países são traduzidos em conjunto, finalmente, no Índice Nacional de Inovação (INI). Para os setores de Baixa Densidade Tecnológica, a Alemanha perde o posto de “fronteira” em 2006, dado o resultado expressivo da França na dimensão esforço e o impacto direto na média que compõe o INI. Vemos, também, que apesar de a Alemanha ocupar a liderança dos esforços apenas em 2010, ela se mantém como fronteira no total durante quase todo o período analisado, devido a seu forte desempenho na dimensão Dinamismo. Se um país obteve um aumento na sua distância da Fronteira do setor no período, considera-se que ele passou por um processo relativo de *falling-behind*. Raciocínio análogo se aplica ao movimento de *catching-up*, considerado como tal se o país reduziu sua distância da fronteira do setor no período.

O Brasil, apesar de assumir, surpreendentemente, a liderança com folga em Dinamismo, não figura como fronteira inovativa – o esforço brasileiro é tão mais baixo que os demais líderes em dinamismo que acaba superado no índice final, que dá pesos iguais a ambas as dimensões. Pode-se argumentar que o hiato tecnológico, aqui medido em termos inovativos, deve ser reflexo do resultado dos países e não de seus esforços, reflexo de *outputs* e não de *inputs*. Mas, como pode um país ser fronteira inovativa de um setor se suas firmas não exercem esforços que possibilitem a própria criação da inovação em níveis similares às concorrentes nos demais países?

¹⁷ Excetuando o setor de madeira.

	INI - BAIXA				HIATO - BAIXA TECNOLOGIA						Processo
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	INI (var %)	Hiato (var %)	
Belgium	0,25	0,31	0,31	0,34	14,68	12,14	11,13	13,07	35%	-11%	Catching-Up
Czech Republic	0,14	0,19	0,14	0,21	52,46	46,57	57,90	45,81	51%	-13%	Catching-Up
Germany	0,30	0,25	0,34	0,39	F	29,80	F	F	32%	-	Fronteira
Estonia	0,21	0,21	0,19	0,23	30,38	40,08	43,60	40,99	12%	35%	Falling-Behind
Spain	0,19	0,23	0,20	0,18	37,61	34,82	42,36	53,66	-2%	43%	Falling-Behind
France	0,22	0,35	0,25	0,26	24,29	F	27,25	34,79	14%	43%	Falling-Behind
Italy	0,18	0,20	0,19	0,25	37,79	42,06	45,75	35,62	37%	-6%	Catching-Up
Lithuania	0,13	0,11	0,12	0,11	56,20	67,37	64,15	70,89	-12%	26%	Falling-Behind
Hungary	0,11	0,14	0,10	0,11	61,38	60,49	70,68	71,21	-2%	16%	Falling-Behind
Netherlands	0,25	0,33	0,27	0,33	14,56	6,46	20,03	15,71	30%	8%	Falling-Behind
Austria	0,26	0,23	0,24	0,26	13,94	34,62	28,74	34,08	1%	100%	Falling-Behind
Poland	0,11	0,14	0,12	0,14	62,81	59,35	65,31	64,61	26%	3%	Falling-Behind
Portugal	0,16	0,20	0,18	0,25	45,96	41,59	48,56	36,73	55%	-20%	Catching-Up
Romania	0,07	0,12	0,12	0,13	77,26	65,02	64,27	67,78	87%	-12%	Catching-Up
Norway	0,22	0,13	0,17	0,07	24,98	63,31	49,98	81,99	-68%	228%	Falling-Behind
Brazil	0,18	0,20	0,23	0,28	38,99	41,73	34,39	29,70	52%	-24%	Catching-Up

Tabela 2. Índice Nacional de Inovação –Baixa Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

Ainda que a figura total não seja necessariamente ruim (afinal, o Brasil apresenta algum *catching-up* para o total dos setores de Baixa Tecnologia), temos uma sucessão de avanços tímidos ou quedas mais fortes, identificáveis no retrato setorial. Temos, ainda, a posição retardatária do país que, teoricamente, por deter um desempenho menor, teria mais facilidade em obter ganhos relativos mais expressivos do que os países de ponta, que detêm indicadores mais satisfatórios.

4.1.2. Média-Baixa Tecnologia

Compõem a densidade de média-baixa tecnologia os setores de Borracha e Plástico, Metais Fabricados, Metais Básicos e Minerais Não-Metálicos. Numa comparação com os setores de Baixa Tecnologia, temos índices de esforço e dinamismo relativamente maiores. A média de Esforço dos países nos setores de Baixa Tecnologia, que era de 0,13 se eleva para 0,16 nos setores de Média-Baixa. A elevação dos esforços inovativos nos setores de Média-Baixa tecnologia ilustra uma tendência da relação Densidade/Esforço, na qual níveis maiores de Densidade Tecnológica demandam maiores níveis de esforço das firmas: manter-se no mercado de setores com mais alta densidade tecnológica demanda das firmas um esforço maior para fornecer produtos e serviços do que em setores de baixa tecnologia, com produtos mais “comoditizados”, que já não dependem de grandes inovações para ser oferecidos, ou cujas tecnologias são mais difundidas por serem, também, mais simples de ser aprendidas e executadas.

	ESFORÇO NACIONAL - MB TEC				HIATO ESFORÇO - MB TEC				DINAMISMO NACIONAL - MB TEC				HIATO DINAMISMO - MB TEC			
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010
Belgium	0,20	0,32	0,28	0,29	35,92	11,53	17,00	13,32	0,40	0,42	0,42	0,43	15,30	31,09	32,47	33,06
Czech Republic	0,10	0,16	0,16	0,23	67,77	57,01	53,13	32,21	0,32	0,31	0,41	0,37	33,43	48,60	34,22	42,08
Germany	0,21	0,22	0,28	0,34	31,25	39,38	18,22	F	0,46	0,43	0,52	0,52	2,49	29,61	16,46	19,83
Estonia	0,11	0,11	0,15	0,17	63,24	69,46	54,31	48,75	0,40	0,44	0,46	0,40	16,00	28,22	25,10	37,39
Spain	0,08	0,13	0,12	0,11	73,90	64,90	64,60	66,67	0,32	0,35	0,33	0,34	33,07	42,50	46,05	47,97
France	0,15	0,36	0,20	0,22	52,34	F	39,99	35,39	0,32	0,39	0,38	0,36	32,88	35,97	37,88	44,34
Italy	0,12	0,16	0,16	0,22	61,70	55,21	53,44	33,51	0,41	0,38	0,37	0,37	14,39	37,51	40,49	43,26
Lithuania	0,07	0,15	0,09	0,09	75,86	58,33	71,92	73,59	0,36	0,28	0,25	0,24	24,25	53,26	59,73	63,17
Hungary	0,05	0,12	0,09	0,08	84,85	67,28	74,60	75,40	0,26	0,26	0,25	0,23	45,48	56,53	60,27	64,52
Netherlands	0,21	0,31	0,31	0,29	32,89	15,48	8,86	13,53	0,34	0,34	0,38	0,40	29,10	43,67	37,93	37,40
Austria	0,31	0,26	0,34	0,29	F	27,17	F	14,82	0,42	0,41	0,42	0,44	10,59	33,00	31,50	31,48
Poland	0,06	0,09	0,06	0,10	80,33	76,44	80,72	68,98	0,28	0,27	0,25	0,24	41,22	55,34	60,25	62,60
Portugal	0,11	0,14	0,15	0,20	65,36	60,77	55,05	39,25	0,36	0,39	0,40	0,37	23,47	36,04	35,14	42,41
Romania	0,03	0,12	0,02	0,06	89,87	67,77	94,30	83,21	0,20	0,19	0,29	0,23	58,23	69,01	52,72	63,98
Slovakia	0,09	0,13	0,06	0,07	72,35	64,62	81,16	77,69	0,32	0,30	0,27	0,29	31,99	51,42	55,56	54,99
Norway	0,21	0,16	0,17	0,02	31,56	55,29	48,44	94,03	0,37	0,37	0,37	0,34	21,64	39,75	39,44	47,24
Brazil	0,03	0,04	0,06	0,05	89,29	88,41	81,58	85,13	0,47	0,61	0,62	0,65	F	F	F	F

Tabela 3. Esforço e Dinamismo nacionais (F=Fronteira) – Média-Baixa Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

Movimento semelhante ao Esforço acontece na dimensão Dinamismo para os setores de Média-Baixa tecnologia, que apresentam um Dinamismo médio de 0,36 contra 0,35 nos setores de Baixa. O Dinamismo brasileiro, tal como em Baixa Tecnologia, é muito superior ao Esforço desempenhado pelas firmas domésticas nesta categoria. Desfaz-se a distância de mais de 85% verificados na dimensão anterior e assume-se direto a liderança. Novamente, deve-se isso à utilização dos dados de inovação de produto e processo “completos”. Se o resultado fosse medido a partir das inovações brasileiras para o mercado

mundial, o desempenho seria insuficiente, por exemplo, para superar países como Eslováquia, Romênia, Polônia, Hungria e Lituânia, vizinhos habituais do Brasil em desempenho inovativo em todos os setores quando utilizado este indicador de inovação para mercado mundial.

Para entendermos o mau desempenho do Brasil em esforço inovativo, devemos ter em mente os indicadores que compõem a dimensão Esforço. No setor de Alimentos e Bebidas, por exemplo, apenas 4% das firmas declaram ter desenvolvido alguma atividade de P&D em 2011. No setor de Borracha e Plástico, este um nível acima do anterior em termos de densidade tecnológica, 6% das firmas declararam ter feito alguma atividade de P&D interno. Esta proporção na Alemanha é de 40% e 60%, respectivamente. Tratando-se de P&D contínuo, temos, no setor de Minerais Não-Metálicos, 3% das empresas declarando tal tipo de atividade, contra 37% das empresas alemãs.

	INI - MÉDIA BAIXA				HIATO - MÉDIA-BAIXA TECNOL.						
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	INI (var %)	Hiato (var %)	Processo
Belgium	0,28	0,37	0,34	0,35	22,09	2,43	9,55	14,93	26%	-32%	Catching-Up
Czech Republic	0,18	0,22	0,25	0,29	51,02	41,26	32,91	30,01	65%	-41%	Catching-Up
Germany	0,31	0,31	0,38	0,42	13,41	18,36	0,14	0,00	33%	100%	Fronteira
Estonia	0,21	0,22	0,27	0,26	41,23	41,49	29,32	36,73	24%	-11%	Catching-Up
Spain	0,16	0,21	0,20	0,19	55,80	43,86	47,20	53,49	22%	-4%	Catching-Up
France	0,22	0,38	0,28	0,28	40,18	0,00	26,23	33,02	29%	-18%	Catching-Up
Italy	0,22	0,25	0,24	0,29	39,44	33,88	36,41	31,40	31%	-20%	Catching-Up
Lithuania	0,16	0,21	0,15	0,15	54,78	44,85	59,37	65,17	-11%	19%	Falling-Behind
Hungary	0,11	0,18	0,14	0,14	69,61	52,86	61,62	67,01	25%	-4%	Catching-Up
Netherlands	0,26	0,32	0,34	0,34	27,05	13,77	9,12	17,84	30%	-34%	Catching-Up
Austria	0,36	0,33	0,38	0,36	0,00	12,70	0,00	14,68	-1%	100%	Falling-Behind
Poland	0,13	0,15	0,13	0,16	64,04	59,47	66,55	61,96	22%	-3%	Catching-Up
Portugal	0,20	0,24	0,25	0,28	45,55	37,40	34,76	33,94	40%	-25%	Catching-Up
Romania	0,08	0,15	0,07	0,11	78,24	60,50	80,16	72,53	46%	-7%	Catching-Up
Slovakia	0,17	0,19	0,13	0,15	54,14	48,19	65,04	64,61	-11%	19%	Falling-Behind
Norway	0,28	0,24	0,25	0,08	22,55	35,14	32,49	80,18	-70%	256%	Falling-Behind
Brazil	0,12	0,16	0,20	0,18	65,39	57,45	48,15	56,93	44%	-13%	Catching-Up

Tabela 4. Índice Nacional de Inovação –Média-Baixa Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

Outro indicador é o relativo ao pessoal empregado em P&D. O Brasil declara 0,2% dos empregados em P&D em relação ao total de empregados no mesmo setor de Minerais Não-Metálicos, 0,6% em Borracha e Plástico, 1% em Metais Básicos, 0,4% em Metais Fabricados. Para efeito de comparação, estas proporções para a Alemanha são de 4%, 3%, 2% e 2%, respectivamente. Ainda que não seja objetivo principal deste trabalho apresentar todos os indicadores calculados para todos os setores, os exemplos acima são praticamente regra para toda a . O Brasil se equipara, quando não supera, aos países líderes em apenas um indicador de esforço: gasto com atividades inovativas. Esse fato, verificado sistematicamente, será explorado mais adiante.

3.1.3. Média-Alta Tecnologia

Representam esta densidade os setores de Produtos Elétricos, Máquinas e Equipamentos e Veículos Automotores. Mantendo a tendência iniciada anteriormente, os setores de Média-Alta tecnologia apresentam maiores níveis tanto de Esforço quanto de Dinamismo: a média de esforço é de 0,21, contra 0,17 nos setores de Média-Baixa e apenas 0,13 nos de Baixa. Além do maior nível de Esforço, há também maior dispersão dos países da amostra, facilmente identificável. O desvio padrão do esforço inovativo dos países nessa densidade é de 0,11, contra 0,9 e 0,7 dos setores de Média-Baixa e Baixa tecnologias. Estes números confirmam a intuição de que, conforme a densidade tecnológica dos setores em questão se eleva, menos comoditizados os produtos e serviços se tornam, obrigando as firmas a empenharem maiores esforços inovativos para se manter no mercado.

Processo semelhante é identificado na dimensão Dinamismo, em que a média de desempenho dos países em setores de Média-Alta Tecnologia é 0,39, contra os 0,37 observados nos setores de Média-Baixa Tecnologia e 0,36 dos setores de Baixa Tecnologia. A posição da Alemanha na fronteira de dinamismo dos setores de Média-Alta tecnologia seria incontestável, com fulcro no ótimo desempenho relativo do país em todos os indicadores que compõem esta dimensão do processo inovativo. No setor de Elétricos, em 2010, a Alemanha apresentava quase 90% de suas empresas classificadas como “inovativas”, aquelas que realizaram alguma atividade inovativa, P&D, inovação de produto ou processo. No Brasil em 2011, essa proporção é de 44%. A diferença seria drástica, como nos demais setores, ao se observar a proporção de

empresas brasileiras inovativas que inovaram em produto ou em processo para o mercado internacional no mesmo período – 3% e 1,5%, respectivamente. No setor de Máquinas e Equipamentos, essas proporções são de 6% e 0,1% para o Brasil.

	ESFORÇO NACIONAL - M.A. TEC.				HIATO ESFORÇO - M.A. TEC.				DINAMISMO NACIONAL - M.A. TEC.				HIATO DINAMISMO - M.A. TEC.			
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010
Belgium	0,17	0,32	0,36	0,33	49,60	31,39	5,22	14,49	0,33	0,40	0,44	0,46	44,95	34,39	33,69	32,00
Bulgaria	0,00	0,06	0,05	0,07	99,54	87,50	85,99	81,70	0,30	0,32	0,38	0,34	50,26	47,66	42,15	49,82
Czech Republic	0,14	0,21	0,22	0,23	60,08	54,24	41,31	40,25	0,36	0,32	0,39	0,35	40,26	47,94	41,53	48,56
Germany	0,34	0,28	0,37	0,39	2,62	39,06	3,41	F	0,51	0,52	0,57	0,57	15,93	15,02	13,56	15,33
Estonia	0,11	0,19	0,24	0,19	67,17	58,55	37,42	51,46	0,31	0,45	0,48	0,50	48,12	26,24	27,90	26,29
Spain	0,14	0,21	0,22	0,19	58,30	53,85	42,93	50,73	0,33	0,32	0,37	0,36	45,14	47,35	44,16	46,05
France	0,21	0,46	0,31	0,29	37,75	F	18,82	25,16	0,35	0,46	0,39	0,42	41,43	24,27	40,43	37,11
Italy	0,16	0,26	0,28	0,34	54,51	43,86	26,38	12,29	0,33	0,37	0,40	0,41	45,93	38,34	39,92	39,28
Lithuania	0,04	0,10	0,26	0,20	88,37	79,13	33,21	47,58	0,28	0,32	0,31	0,36	53,57	47,78	52,82	46,35
Hungary	0,08	0,19	0,18	0,14	77,37	59,90	52,91	63,59	0,28	0,26	0,28	0,30	54,36	56,56	58,27	55,41
Netherlands	0,29	0,36	0,34	0,36	16,80	22,75	10,36	7,76	0,41	0,41	0,40	0,47	31,61	33,02	38,84	30,04
Austria	0,35	0,29	0,38	0,37	F	37,95	F	5,55	0,46	0,39	0,48	0,52	23,28	35,50	27,34	23,65
Poland	0,08	0,12	0,13	0,15	77,96	73,89	65,06	60,72	0,25	0,28	0,30	0,27	57,84	54,27	55,12	59,33
Portugal	0,20	0,25	0,23	0,28	41,57	46,04	40,86	27,24	0,37	0,36	0,44	0,42	38,27	40,18	34,05	38,27
Romania	0,08	0,16	0,13	0,12	77,08	64,53	66,96	67,68	0,19	0,23	0,30	0,24	68,38	61,52	55,21	65,04
Slovakia	0,10	0,18	0,17	0,19	71,08	61,45	56,84	51,47	0,31	0,31	0,26	0,34	48,73	48,59	60,23	49,13
Norway	0,26	0,22	0,23	0,04	24,26	53,15	41,06	89,48	0,42	0,41	0,43	0,50	29,65	32,20	35,48	25,58
Brazil	0,07	0,12	0,09	0,14	78,32	73,63	77,02	64,28	0,60	0,61	0,66	0,67	F	F	F	F

Tabela 5. Esforço e Dinamismo nacionais (F=Fronteira) – Média-Alta Tecnologia.

Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

No setor de elétricos, 63% das empresas inovadoras brasileiras declararam ter implementado inovação de produto e incríveis 92% delas declararam ter adotado alguma inovação de processo no triênio 2008-2011. Absolutamente, esses dados seriam o equivalente a 30% das empresas brasileiras pesquisadas implementando inovações de processo e 41% implantando inovações de produto. Essas mesmas proporções para a Alemanha são de 5% e 36%. Será que, proporcionalmente, no setor de produtos elétricos 6 vezes mais empresas brasileiras lançam inovações de processo e apenas 6% menos lançaram inovações de produto até 2011 apesar de, proporcionalmente no mesmo setor, 6 vezes menos empresas realizarem P&D, gastarem 40% menos em atividades inovativas, 23% menos em P&D e realizarem 90% menos P&D contínuo?

	INI - MÉDIA-ALTA				HIATO - MÉDIA-ALTA TECNOL.						
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	INI (var %)	Hiato (var %)	Processo
Belgium	0,24	0,36	0,40	0,39	41,78	22,90	13,24	17,13	62%	-59%	Catching-Up
Bulgaria	0,02	0,14	0,14	0,15	94,70	70,61	68,84	67,07	607%	-29%	Catching-Up
Czech Republic	0,22	0,26	0,29	0,28	46,02	43,91	35,89	39,75	27%	-14%	Catching-Up
Germany	0,41	0,38	0,46	0,47	0,00	17,31	0,00	0,00	14%	-	Fronteira
Estonia	0,19	0,29	0,34	0,31	54,38	36,46	26,49	35,00	62%	-36%	Catching-Up
Spain	0,22	0,26	0,28	0,26	47,14	43,35	38,22	43,97	21%	-7%	Catching-Up
France	0,28	0,46	0,35	0,35	33,26	0,00	23,90	25,44	27%	-24%	Catching-Up
Italy	0,23	0,31	0,33	0,37	45,19	32,39	27,22	20,70	65%	-54%	Catching-Up
Lithuania	0,11	0,18	0,28	0,27	74,31	62,06	38,57	42,37	155%	-43%	Catching-Up
Hungary	0,15	0,22	0,22	0,21	64,48	52,04	51,48	56,21	40%	-13%	Catching-Up
Netherlands	0,34	0,38	0,37	0,41	16,63	17,34	18,97	12,71	19%	-24%	Catching-Up
Austria	0,40	0,34	0,43	0,43	3,19	27,30	6,72	7,72	9%	142%	Falling-Behind
Poland	0,14	0,18	0,20	0,20	66,31	60,29	56,66	56,56	47%	-15%	Catching-Up
Portugal	0,27	0,30	0,31	0,34	33,62	34,71	31,66	27,17	25%	-19%	Catching-Up
Romania	0,12	0,20	0,19	0,17	70,25	57,55	57,90	63,47	40%	-10%	Catching-Up
Slovakia	0,18	0,24	0,21	0,25	57,44	48,85	54,66	46,00	44%	-20%	Catching-Up
Norway	0,33	0,30	0,31	0,14	19,33	35,24	32,51	69,59	-57%	260%	Falling-Behind
Brazil	0,21	0,27	0,24	0,31	48,54	40,99	47,54	35,05	44%	-28%	Catching-Up

Tabela 6. Índice Nacional de Inovação – Setores de Média-Baixa Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria

Um dos reflexos das diferenças entre esforço e dinamismo entre países está no movimento de convergência em cada classe de densidade tecnológica. Movimentos individuais de redução de hiato não necessariamente significam um movimento geral de convergência em direção à fronteira, como posto por Abramovitz (1986). Aqui observa-se um processo interessante: nos setores de Baixa Tecnologia, há uma elevação geral do nível de desempenho dos países no Índice Nacional de Inovação proposto por este trabalho: de 0,18 no primeiro ano, 2004, para 0,22 no último ano, 2010; processo similar ao da mediana, que vai de 0,18 para 0,24 – verifica-se um aumento de nível dos países com desempenho na metade inferior da amostra, a despeito do descolamento de Brasil e Alemanha a partir de 2006, que poderia causar por si

só elevação da média. Enquanto isso, o desvio padrão dos hiatos se altera pouco, de 0,7 no primeiro período para 0,8 no segundo.

Em setores de Média-Baixa Tecnologia também há elevação no nível geral (médio) dos INIs, de 0,20 para 0,24 ao final do período, e na mediana, de 0,20 para 0,26, enquanto o desvio padrão dos hiatos se eleva de 0,07 para 0,09. Em comparação, isso representa um aumento de 16% nos níveis gerais de INI, contra 19% dos setores de Baixa e um aumento de 30% na dispersão, contra a variação de 16% para os primeiros. Já nos setores de Média-Alta Tecnologia, enquanto há a maior elevação nos níveis de INI, de 0,23 ao fim de 2004 para 0,30 do fim do último período, 2010 (um aumento de 31%), a dispersão dos países ao fim de 2010 é a única entre as densidades tecnológicas vistas até aqui a mostrar redução na dispersão dos países em relação à fronteira, de 0,10 para 0,09, ou seja, indicando pequena convergência. Tais indícios apontam no seguinte sentido: conforme aumenta a densidade tecnológica dos setores, de Baixa para Média-Baixa, há menores ganhos de nível e um aumento na dispersão, indicando maior dificuldade em ganhos inovativos e maior diferenciação dos países conforme a maior complexidade da tecnologia envolvida.

4.1.4. Alta Tecnologia

A alta densidade tecnológica está representada neste trabalho pelos setores de Químicos, Outros Transportes e Informática. Os indicadores dos setores desta última densidade são, como a intuição econômica poderia sugerir, os mais altos – a começar pelo Esforço Inovativo. A média de Esforço é a maior das quatro densidades: 0,29 contra 0,22 de Média-Alta, 0,17 de Média-Baixa e 0,14 de Baixa Tecnologia, corroborando a ideia da maior demanda por esforços inovativos conforme se eleva a densidade tecnológica. Paralelamente, é a densidade com maior dispersão de esforços, indicado pelo desvio padrão de 0,13 (ante 0,1, 0,09 e 0,08 das densidades anteriores). Poder-se-ia argumentar que não é um movimento natural, dado que para firmas de um país se manterem competitivas em indústrias de alta tecnologia elas deveriam empreender esforços equivalentes a suas concorrentes no setor.

	ESFORÇO NACIONAL - ALTA TEC				HIATO ESFORÇO - ALTA TEC				DINAMISMO NACIONAL - ALTA TEC				HIATO DINAMISMO - ALTA TEC			
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010
Belgium	0,26	0,31	0,38	0,43	40,00	22,83	20,82	15,34	0,43	0,42	0,44	0,44	42,24	34,37	33,44	38,02
Czech Republic	0,22	0,28	0,32	0,35	49,10	30,07	33,31	30,89	0,37	0,35	0,40	0,44	49,85	46,12	40,57	38,42
Germany	0,39	0,32	0,48	0,51	8,94	19,15	F	F	0,55	0,53	0,59	0,62	25,55	17,89	11,68	13,34
Spain	0,25	0,26	0,32	0,30	41,34	35,37	32,60	40,42	0,38	0,37	0,44	0,42	48,34	42,09	34,44	40,85
France	0,32	0,40	0,41	0,40	26,02	F	14,78	21,27	0,40	0,45	0,43	0,46	45,38	30,42	34,81	35,54
Croatia	0,25	0,26	0,25	0,19	41,83	35,76	47,96	63,09	0,34	0,38	0,34	0,33	54,63	41,43	49,57	53,63
Italy	0,27	0,25	0,31	0,39	36,94	37,63	34,88	24,16	0,40	0,45	0,43	0,52	46,63	30,42	35,39	27,20
Lithuania	0,17	0,26	0,19	0,16	59,62	35,94	60,68	68,09	0,38	0,26	0,48	0,29	48,47	59,50	27,32	58,72
Hungary	0,12	0,20	0,17	0,19	71,07	49,88	63,71	62,75	0,31	0,33	0,36	0,35	57,69	48,79	45,69	50,83
Netherlands	0,35	0,33	0,40	0,38	19,47	18,07	16,83	26,21	0,40	0,38	0,44	0,46	46,42	40,68	34,57	35,72
Poland	0,14	0,09	0,16	0,19	67,32	77,02	66,45	62,67	0,27	0,25	0,27	0,31	63,99	61,73	59,38	56,81
Portugal	0,32	0,07	0,33	0,34	25,87	81,36	32,00	33,20	0,47	0,33	0,42	0,47	36,83	48,79	36,66	34,72
Romania	0,11	0,17	0,10	0,07	74,87	58,24	79,20	86,69	0,22	0,26	0,27	0,29	70,41	60,15	59,48	59,09
Norway	0,43	0,32	0,43	0,11	F	19,35	10,54	77,97	0,35	0,51	0,59	0,58	53,20	21,51	10,75	18,52
Brasil	0,20	0,15	0,16	0,19	52,78	62,60	67,59	62,13	0,74	0,65	0,67	0,71	F	F	F	F

Tabela 7. Esforço e Dinamismo nacionais (F=Fronteira) – Alta Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria.

A diferença, proposta pela metodologia e confirmada pelos indicadores, é a fonte da inovação, ou da criação de conhecimento. No setor de Químicos, tem-se um indicador de 2,2% para a razão entre gastos com atividades inovativas e a receita líquida de vendas das empresas brasileiras. É, como dito, um dado muito abrangente no tocante à própria definição de “atividade inovativa”, que pode incluir aquisições das mais diversas ou atividades não necessariamente relacionadas a inovações de produto ou processo, tidas como síntese da inovação na teoria econômica recente, tal como nota Fagerberg (2013). Este percentual da indústria química brasileira é equiparável à indústria holandesa (2,4%), e superior a indústrias de países mais bem colocados em relação à fronteira representada pela Alemanha (que possui percentual de 3,3%), como França (1,8%), Itália (1,5%) e Bélgica (1,2%). Se não há grandes diferenças nos gastos com atividades inovativas, onde estaria a origem da diferença que deixa o Brasil a mais de 60% de distância da fronteira (Alemanha)? A resposta está nas atividades específicas de P&D, estas relativas exclusivamente às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento internas às firmas, excluindo a vasta gama de destinos dos gastos com inovação passíveis de declaração no indicador anterior. Na Alemanha, para o mesmo setor de Químicos, 85% das firmas desempenham atividades internas de P&D, enquanto no Brasil esse percentual

é de 25%. Esse mesmo indicador aponta 72% para Bélgica, 61% para França, 75% para a Itália e 55% para a Holanda. Essa situação se repete para o percentual das empresas que realizam P&D contínuo, com 71% na Alemanha, 68% na Bélgica 64% na França e apenas 34% no Brasil. No setor de Informática, 92% das empresas alemãs realizaram P&D entre 2008 e 2010, contra 30% das empresas brasileiras, com as alemãs investindo oito vezes mais em gastos exclusivos para P&D interno, e empregando quatro vezes mais pesquisadores em seus quadros. Em Outros Transportes, temos 86% das empresas alemãs realizando P&D, contra 5% das brasileiras, e empregando proporcionalmente o triplo da receita líquida de vendas em P&D, com dez (!) vezes mais empresas, proporcionalmente, realizando P&D contínuo. Enquanto isso, os gastos proporcionais com as chamadas “atividades inovativas” são equiparáveis: neste setor o Brasil ostenta 4% contra os 6% da Alemanha, líder no quesito.

O que se argumenta aqui é que a fonte do conhecimento muda de país para país dentro de cada setor, evidenciando que países muito atrás dos líderes dependem de conhecimento externo para se manterem em determinados setores, enquanto os líderes têm suas firmas produzindo conhecimento e gerando as bases para a introdução de inovações, por meio de processos internos de P&D ocasional e contínuo, amparados por um quadro mais robusto de pesquisadores e pessoal empregado exclusivamente em funções de pesquisa. Apesar de empregar esforços significativamente menores, o Brasil está, novamente, na liderança da dimensão Dinamismo, como retratado na Tabela 7, acima. O país alcança surpreendentes 0,74 em 2004, apenas 0,26 menos que o máximo teórico proposto pela metodologia. Não fosse o desempenho brasileiro, a Alemanha seria a líder, seguida de perto pela Noruega e com certa folga para os demais países ao final do período, 2010.

O Dinamismo nos setores de Alta Tecnologia, tal como o Esforço, é o mais alto dentre as quatro densidades, com média de 0,44 em 2010, ante 0,41 (Média-Alta), 0,37 (Média-Baixa) e 0,34 (Baixa). Graficamente, pode-se ver que se encontra no maior patamar se comparado às demais densidades e em ascensão se comparado ao primeiro período da amostra, quando apresenta média de 0,37. Apesar de estar ocorrendo um crescimento em nível geral, não parece estar ocorrendo convergência, mas ao contrário. A Alta densidade tecnológica detém o maior desvio padrão dentre todas as densidades para Esforço (0,13), Dinamismo (0,12) e INI (0,11), todas crescentes no período – altas de 37%, 37% e 32%, respectivamente. Esses dados indicam um distanciamento gradual dos países no conjunto dos setores de alta tecnologia, nos quais se nota uma maior incidência de processos de *falling-behind* setoriais, como na tabela 8.

	INI - ALTA				HIATO - ALTA TECNOL.						
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	INI (var %)	Hiato (var %)	Processo
Belgium	0,33	0,36	0,41	0,44	28,50	14,68	22,75	22,19	32%	-22%	Catching-Up
Czech Republic	0,28	0,31	0,36	0,39	38,64	26,41	33,01	29,92	38%	-23%	Catching-Up
Germany	0,46	0,42	0,53	0,56	F	2,32	F	F	21%	-	Fronteira
Spain	0,31	0,31	0,38	0,36	33,14	26,66	29,27	36,23	15%	9%	Falling-Behind
France	0,36	0,42	0,42	0,43	22,80	F	20,68	23,47	20%	3%	Falling-Behind
Croatia	0,29	0,31	0,29	0,25	37,60	26,46	45,49	55,56	-14%	48%	Falling-Behind
Italy	0,33	0,34	0,37	0,45	29,54	21,02	30,98	20,18	37%	-32%	Catching-Up
Lithuania	0,26	0,26	0,30	0,22	44,60	38,94	43,12	61,01	-15%	37%	Falling-Behind
Hungary	0,20	0,26	0,25	0,26	57,51	39,26	52,76	54,03	31%	-6%	Catching-Up
Netherlands	0,37	0,36	0,42	0,42	20,22	16,42	21,50	26,01	12%	29%	Falling-Behind
Poland	0,19	0,15	0,21	0,24	58,33	64,45	60,72	56,87	25%	-3%	Catching-Up
Portugal	0,39	0,16	0,37	0,40	16,89	62,96	30,16	29,07	3%	72%	Falling-Behind
Romania	0,15	0,21	0,16	0,14	66,88	51,10	69,11	74,93	-8%	12%	Falling-Behind
Norway	0,39	0,41	0,51	0,26	16,92	4,61	4,92	54,49	-34%	222%	Falling-Behind
Brasil	0,39	0,31	0,32	0,37	16,54	26,69	39,42	33,90	-4%	105%	Falling-Behind

Tabela 8. Índice Nacional de Inovação – Alta Tecnologia. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria

Para o caso brasileiro, os maus desempenhos em Informática e Outros Transportes se traduzem em um processo de *falling-behind* do país no agregado dos setores de Alta Tecnologia. Esse movimento de queda não parece ser exclusividade do Brasil nessa densidade: enquanto a maioria de casos é de *catching-up* nas densidades anteriores, a situação se reverte nos setores de Alta, com maioria de casos de *falling-behind*, corroborando a análise anterior baseada nos desvios-padrão das dimensões.

Em suma, esses dados revelam um descolamento da Alemanha, que já ocupava posições de liderança em praticamente todos os setores analisados no primeiro período, alcançando no último a liderança isolada em 14 dos 19 setores que compõem a amostra, prevalecendo mais fortemente nos setores

de Média-Alta e Alta tecnologias. Esse predomínio incontestado se deve, basicamente, ao desempenho de ponta em todos os indicadores propostos na composição das distâncias, tanto da dimensão Esforço, quanto na de Dinamismo, com grandes diferenças para os demais países, em especial para o Brasil e países que figuram no “último escalão inovativo” europeu: Romênia, Polônia, Lituânia, Hungria, Bulgária e Eslováquia.

Mas algo deve ser destacado no desempenho alemão: o motivo de a Alemanha assumir um patamar relativamente tão alto é o privilégio que a metodologia proposta confere à produção interna de conhecimento, aos processos internos de P&D, ocasionais ou contínuos, bem como ao pessoal empregado nessas atividades, em detrimento da aquisição externa de conhecimento e tecnologias, reconhecidamente um elemento fundamental – mas aparentemente insuficiente – para países em estágios relativamente atrasados realizarem *catching-up* tecnológico de maneira substancial. A intenção aqui não é, obviamente, prejudicar o Brasil na composição dos indicadores, que certamente seriam melhores para o caso brasileiro se maiores pesos fossem conferidos a dados como compra de maquinários, gastos totais em atividades inovativas diversas, e foco em inovações implementadas apenas “para a empresa” ou “para o mercado nacional”.

Apesar de não se negar aqui que uma empresa pode de fato ser o veículo da introdução de uma inovação vinda de fora ao mercado de seu país, questiona-se a classificação deste processo como “inovação”, quando estaria mais próximo da definição econômica de Difusão Tecnológica, como indica o próprio Manual de Oslo. Neste sentido, uma inovação para o mercado mundial atende melhor à definição *stricto sensu* de Inovação, como vem sendo destacado até aqui. A intenção é, isto sim, adotar critérios que possibilitem explorar em que medida os países se esforçam e conseguem produzir conhecimento bruto e *inovações stricto sensu*, estas tratadas ao longo do primeiro e segundo capítulos como indispensáveis ao sucesso no processo concorrencial e essenciais ao desenvolvimento das firmas, dos países e do próprio sistema capitalista global – e, sob esta ótica, o Brasil não figura bem.

4.1.5. Desempenho Nacional

Os resultados não surpreendem após se conhecer o desempenho individual dos países setorialmente, como feito até aqui. Na Tabela 9 está exposta a síntese dos cálculos para as dimensões Esforço e Dinamismo. Como não poderia deixar de ser, a Alemanha figura como fronteira de a primeira, e o Brasil da segunda, superando em pouco mais de 15% os alemães. Dos 19 setores, a evolução do Brasil superou a evolução alemã em mais de 50% em apenas cinco – Elétricos (160%), Máquinas e Equipamentos (595%), Químicos (150%), Têxtil (390%), e Coque e Petróleo, que foi o setor brasileiro que mais cresceu em matéria de esforço inovativo, 503% entre 2003 e 2011. Ou seja, o *catching-up* de esforço brasileiro está focado em poucos setores e não parece se caracterizar como um processo generalizado. E dentre os seis, apenas o setor de Químicos se enquadra como setor de alta densidade tecnológica.

O cálculo da média dos indicadores em 19 setores para cada país justifica a posição atrasada do Brasil em esforço e o predomínio alemão. A proporção de empresas que realizaram P&D até 2010 na Alemanha é de aproximadamente 67%, contra 9% das empresas brasileiras; a de empresas que realizam P&D de forma contínua dentre as inovadoras é de 37% no país europeu e 15% no Brasil; 37% das empresas ditas inovadoras na Alemanha apresentaram inovações *stricto sensu* de produto e 9% de processo, contra respectivos 1,6% e 0,7% das brasileiras. A própria diferença na proporção de empresas inovadoras é gritante: enquanto 86% das empresas alemãs introduziram algum tipo de inovação vinda de qualquer fonte, apenas 41% das brasileiras fizeram o mesmo. E, correndo-se o risco da repetição, o único indicador comparável entre os dois países é o de Gastos com Atividades Inovativas sobre a Receita Líquida de Vendas, com 3,3% para a Alemanha e 3% para o Brasil.

É inegável que uma empresa pode inovar a partir do conhecimento vindo de diversas fontes, tais como instituições de pesquisa públicas e privadas, universidades, consultorias e até mesmo concorrentes, mas ter em um país quase 40% das empresas que inovam produzindo P&D continuamente contra 15% em outro pode indicar que o primeiro depende muito menos de fontes externas e se aplica mais na produção interna de inovações, dadas as características de atividades de pesquisa e desenvolvimento contínuas. Ignorando o fato, claro, de os primeiros 40% serem calculados sobre uma base maior, contra 15% de uma base menor de empresas.

Pela ótica dos esforços inovativos, o país com menos P&D só pode estar gastando mais com compra de máquinas, equipamentos, softwares, plantas, patentes, consultorias e outros conhecimentos porque não os produz. A metodologia proposta, diante do que apontam estes indicadores, foi útil ao permitir distinções de processos que parecem imbricados, pois gastos com P&D são também gastos com uma atividade que visa à produção de inovações, e, portanto, inovativa. A análise da Eficiência do Esforço Inovativo também aponta nesse sentido e será desenvolvida mais adiante.

A observação em nível nacional também revela um avanço mais lento no nível e uma dispersão menor ao longo do tempo ante os resultados setoriais – como seria de se esperar, países avançam de maneira mais vagarosa do que setores específicos. O Esforço Nacional médio apresenta um crescimento de 0,16 em 2004 para 0,20 em 2010, uma alta de aproximadamente 24%; o Dinamismo Nacional médio dos países analisados se eleva pouco mais de 4%, partindo de 0,33 no primeiro para 0,38 no último período.

	INI - TOTAL				HIATO NACIONAL						
	2004	2006	2008	2010	2004	2006	2008	2010	Var	Hiato (var %)	Processo
Belgium	0,27	0,34	0,34	0,37	24,83	13,52	16,04	17,61	36%	-29%	Catching-Up
Bulgaria	0,02	0,14	0,14	0,15	93,87	65,20	64,98	65,19	607%	-31%	Catching-Up
Czech Republic	0,21	0,24	0,26	0,28	42,36	38,23	35,81	36,19	38%	-15%	Catching-Up
Germany	0,36	0,34	0,41	0,44	F	13,95	F	F	24%	-	Fronteira
Estonia	0,20	0,24	0,26	0,26	43,22	37,91	36,11	42,11	27%	-3%	Catching-Up
Spain	0,22	0,26	0,25	0,24	38,46	33,79	38,54	46,12	9%	20%	Falling-Behind
France	0,26	0,39	0,30	0,31	27,67	F	25,55	29,61	21%	7%	Falling-Behind
Croatia	0,29	0,31	0,29	0,25	18,99	19,93	29,23	43,87	-14%	131%	Falling-Behind
Italy	0,25	0,28	0,27	0,35	30,08	27,98	34,53	22,31	38%	-26%	Catching-Up
Lithuania	0,17	0,20	0,22	0,19	53,48	48,82	46,67	57,25	14%	7%	Falling-Behind
Hungary	0,14	0,19	0,17	0,17	61,31	50,75	58,50	62,38	21%	2%	Falling-Behind
Netherlands	0,29	0,35	0,32	0,35	17,77	11,46	20,92	20,76	20%	17%	Falling-Behind
Austria	0,32	0,29	0,32	0,32	10,27	25,88	21,60	28,41	-1%	177%	Falling-Behind
Poland	0,14	0,17	0,16	0,17	59,82	57,21	60,95	61,15	20%	2%	Falling-Behind
Portugal	0,24	0,27	0,26	0,31	32,12	30,87	37,05	30,14	28%	-6%	Catching-Up
Romania	0,11	0,17	0,16	0,15	68,12	55,48	60,00	65,84	33%	-3%	Catching-Up
Slovakia	0,17	0,22	0,19	0,22	51,85	43,24	53,67	50,00	29%	-4%	Catching-Up
Norway	0,31	0,28	0,23	0,21	13,88	29,09	44,78	53,55	-33%	286%	Falling-Behind
Brazil	0,20	0,24	0,25	0,28	43,10	38,11	38,56	36,11	40%	-16%	Catching-Up

Tabela 9. Índice Nacional de Inovação – Todos os setores. Fonte: CIS/PINTEC, elaboração própria

Finalmente, a Tabela 9 traz a evolução do INI total dos países no período, com a “conclusão” sobre o movimento agregado dos países em relação à fronteira de cada período. Apesar do *catching-up* médio brasileiro, pode-se observar que o país ainda se posiciona no escalão inferior de países, 58% atrás da líder, superando por pouco Polônia, Hungria, Romênia e Bulgária.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais do que somente medir o hiato tecnológico e possivelmente verificar mais uma vez a conclusão comumente encontrada na literatura, de que o Brasil é um país detentor de baixos níveis de produção de conhecimento e de inovações, buscou-se neste artigo entender um pouco melhor as fontes do atraso tecnológico brasileiro.

O grande obstáculo, ironicamente, veio da própria escolha teórica de se trabalhar com dados desagregados, para buscar na raiz do crescimento- as firmas- as causas do mau desempenho brasileiro. São justos todos os elogios que se podem fazer à iniciativa de coletar e publicar dados desse tipo, que abrem novas possibilidades de análise e que dão aos pesquisadores a possibilidade de investigar fenômenos impossíveis de serem abordados sem um recorte mais desagregado, ao nível da firma. Tanto que os estudos sobre inovação no Brasil se tornaram mais precisos e abundantes após a divulgação da primeira PINTEC. Estudar o fenômeno da inovação, principalmente quanto aos esforços das firmas, pode ser uma tarefa tão árdua quanto ineficaz com dados agregados, podendo, como se mostrou ao longo do tempo, produzir resultados inconsistentes.

No entanto, a consistência que se espera obter com a utilização de dados mais específicos ao processo inovativo pode ser comprometida pela abrangência excessiva de fenômenos dentro de um mesmo indicador. É notadamente o caso, assinalado ao longo do trabalho, dos indicadores relativos a “Empresas Inovadoras”, “Empresas que Implementaram Inovações de Produto” e “Empresas que Implementaram Inovações de Processo”. Para uma empresa ser considerada “inovadora”, deveria ter sido a responsável pela

introdução de um produto ou processo novo, ou de acordo com a própria definição do Manual de Oslo, seguida por PINTEC e CIS, “substancialmente aprimorado”. Dentre os dados disponibilizados por estas pesquisas, seria o equivalente às “Inovações de Produto para o Mercado Mundial” e “Inovações de Processo para o Mercado Mundial”.

Não se nega, como dito ao longo do trabalho, que uma empresa pode ser o veículo da introdução de uma inovação dentro de seu mercado doméstico ou, caso este novo produto ou processo já tenha sido introduzido por outra empresa, que possa estar incluindo em seu portfólio este novo produto ou implementando em sua produção um novo processo ou um novo método de organização empresarial. Questiona-se, porém, a classificação destes processos como inovações, quando estariam muito mais próximos da definição de *difusão* de inovações – como, aliás, prescreve o texto do próprio Manual de Oslo.

Se uma empresa está trazendo para seu mercado doméstico um novo produto ou processo criado por uma firma de outro país, ela não está rigorosamente inovando, mas sendo o veículo da difusão daquela inovação criada fora de seu mercado ou de seu país. A difusão não é de nenhuma maneira um aspecto sem importância, mas sim um instrumento essencial à competitividade das firmas e ao desenvolvimento tecnológico de um país, e processo pelo qual a inovação *stricto sensu* exerce impactos tecnológicos e econômicos. O próprio Manual de Oslo abre espaço para interpretações confusas sobre estas inovações “para a empresa” e “para o mercado nacional” e “para o mercado mundial”.¹⁸ Ou seja, a definição de Inovação TPP em nível da empresa e de mercado é justamente a implementação de produtos ou processos já existentes, definição clássica de difusão tecnológica. A definição de difusão proposta pelo Manual de Oslo confirma esta impressão.¹⁹

As ditas “inovações para a empresa e para o mercado nacional” são, portanto, graus de novidade da inovação utilizados para adicionar à pesquisa o necessário grau de difusão intrínseco ao processo de mudança tecnológica. Tanto a PINTEC quanto a CIS, alinhadas ao Manual, parecem seguir essa orientação. Em seus questionários, portanto, ao perguntarem à empresa se ela implementou alguma inovação de produto ou processo, deixam claro que esta inovação não precisa necessariamente ter sido criada pela empresa, mas que pode ter sido adquirida ou duplicada de outra empresa, procedimento também condizente com as diretrizes propostas pelo manual – capta-se, assim, o processo de difusão. Neste momento, porém, abre-se brecha para uma extremamente ampla gama de atividades, investimentos e gastos que podem ser interpretados favoravelmente pelas empresas como inovações ou, ainda mais amplamente, atividades inovativas.

Está posta, então, a fonte de possíveis inconsistências quando se abrem os dados. No setor de Informática do Brasil em 2010, por exemplo, 60% das empresas foram classificadas como inovadoras, mas destes 60%, apenas 1,5% implementaram inovações de produto e 1% de processo para o mercado mundial. Destes mesmos 60%, o percentual de empresas que inovaram em produto sem distinção de grau de novidade sobe para 77,3%, e em processo, 82%. Seguindo as próprias definições do Manual de Oslo, 76% das empresas inovadoras em produto e 81% das inovadoras em processo não inovaram no sentido forte do conceito, mas, sim, foram veículos de difusão tecnológica. Assim, será que temos de fato 60% de inovadoras entre as empresas de informática brasileiras? Se gastos com maquinário, consultorias,

¹⁸ Ao definir que “Uma inovação TPP [tecnológica em produto ou processo] em nível mundial ocorre na primeira vez em que um produto ou processo novo ou aprimorado é implantado. Inovações TPP em nível da empresa apenas ocorrem quando é implantado um novo produto ou processo que seja tecnologicamente novo para a unidade em questão, mas que já tenha sido implantado em outras empresas e setores. Entre as duas surgem graus de difusão de produtos e processos tecnologicamente novos ou aprimorados. Estes podem ser discriminados de várias formas, como por exemplo, por mercado em que opera (novo no mercado em que opera, de fácil entendimento para os que respondem às pesquisas) ou por área geográfica (...).” (Manual de Oslo, 2004, p. 59)

¹⁹ Quando afirma que “o modo como as inovações TPP se espalham, através de canais de mercado ou não, a partir de sua primeira implantação mundial para diversos países e regiões e para distintas indústrias/mercados e empresas.(...) Para incluir algum grau de difusão, conforme se recomenda no Capítulo 2, estabeleceu-se “nova para a empresa” como entrada mínima no sistema descrito neste Manual.” (Manual de Oslo, 2004, p.22) ¹

treinamentos e serviços diversos²⁰ podem ser insuficientes para caracterizar uma empresa como inovativa, a resposta é não.

Não é por ser amplamente inovativo, portanto, que o Brasil assume a liderança na dimensão de Dinamismo Inovativo em *todos* os setores que compõem a amostra deste trabalho, uma vez que os três indicadores que formam esta dimensão são justamente relativos às empresas inovativas - inovadoras em produto e inovadoras em processo. Resultados testados com os dados específicos de inovações brasileiras para o mercado mundial mostram um panorama bem diferente, em que o Brasil, em vez da liderança, faz companhia a Lituânia, Polônia, Romênia, Eslovênia e Eslováquia em nível de implementação de inovações. Infelizmente esta comparação direta não pôde ser feita no trabalho, pois a CIS não disponibiliza os dados de inovação de produto e processo segmentados por grau de difusão, como faz, corretamente, a PINTEC.

Apesar de a comparação efetiva entre o desempenho brasileiro e o dos países da União Europeia em dinamismo inovativo ser prejudicada por esta amplitude excessiva, a metodologia não deixa de trazer à luz algumas possíveis causas do praticamente incontestado mau desempenho inovativo brasileiro. A grande diferença entre as empresas inovativas e as inovativas para o mercado mundial são um reflexo do modo como, proporcionalmente e em comparação às líderes europeias, as firmas direcionam seus gastos. No mesmo setor de Informática supracitado, 3,5% da Receita Líquida de Vendas das empresas são direcionados às chamadas “Atividades Inovativas”, percentual esse de 8,5% nas empresas alemãs. No entanto, 92% das empresas de informática alemãs realizaram alguma atividade de Pesquisa e Desenvolvimento até 2010, enquanto apenas 30% das empresas brasileiras fizeram o mesmo. As empresas alemãs do setor direcionaram proporcionalmente cinco vezes mais recursos às atividades de P&D e empregaram quatro vezes mais pessoal especializado em pesquisa.

No setor de produtos químicos, o gasto brasileiro em atividades inovativas como proporção da receita líquida foi de 2,3% contra 3,2% das alemãs. Esse indicador, sozinho, não apontaria grandes diferenças entre a qualidade dos investimentos de Brasil e Alemanha, não fossem os demais indicadores que compõem a dimensão de Esforço Inovativo proposta neste trabalho: 86% das empresas alemãs do setor desenvolveram atividades de P&D ante 26% das brasileiras, 71% das empresas inovativas mantiveram programas contínuos de Pesquisa e Desenvolvimento contra 35% das brasileiras, empregaram duas vezes mais de suas receitas em atividades específicas de P&D e empregaram três vezes mais pessoal especializado neste tipo de atividade.

Estes dois setores são apenas exemplos de um fato que se repete em todos os setores e que aponta na mesma direção: os gastos que classificam as empresas brasileiras como “inovativas” não são gastos que conduzem à criação de inovações em sentido estrito, que conferem ganhos financeiros superiores, vantagens competitivas e consequente competitividade. Nesse sentido, as empresas brasileiras parecem ser classificadas como inovadoras muito mais facilmente que as europeias, já que os relativamente bons indicadores de gastos com atividades inovativas e de empresas inovadoras não se referem a dados relativos a P&D, esta sim direcionada à produção interna de conhecimento às empresas. Isto se traduz em novos produtos a serem lançados no mercado e aprimoramento de processos produtivos que, por sua vez, conferem às firmas produtividade e vantagens competitivas e financeiras, reiniciando o ciclo de valorização e reinvestimento em P&D.

O elevado grau de gastos em Atividades Inovativas sem contrapartida em indicadores de P&D e de implementação de inovações, de fato, revela um caráter majoritariamente passivo da atividade inovativa brasileira, que parece focada em gastos para a aquisição de máquinas e equipamentos, tecnologias e conhecimento em detrimento da produção interna destes. Não fosse a opção metodológica por privilegiar a produção interna de conhecimento em vez dos indicadores mais amplos e dar pesos iguais às dimensões Esforço e Dinamismo no indicador final de Inovação Setorial (ISI, ou INI para o nível nacional), os resultados finais desse indicador apontariam um excepcional desempenho do Brasil, quando não parece ser o caso. Os indicadores-resultado, em especial o de EEI (Eficiência do Esforço Inovativo, razão entre

²⁰ Segundo o Manual de Oslo, atividade inovativas podem ser “executadas dentro da empresa ou podem envolver a aquisição de bens, serviços ou conhecimento de fontes externas, inclusive de serviços de consultoria. Assim, a empresa pode adquirir tecnologia externa de forma corpórea ou incorpórea.” (2004, p. 66)

Dinamismo e Esforço)²¹, apontam de forma direta a discrepância entre o baixo esforço brasileiro e o dinamismo inflado pela inovação passiva e pela difusão tecnológica. A imprecisão ou superestimação dos declarantes da PINTEC parece fugir ao controle dos formuladores e executores da pesquisa, de forma desproporcional aos seus equivalentes da CIS.

Relativamente mais livres da abrangência excessiva dos dados de inovação, por terem sido obtidos com dados mais segmentados quanto ao grau de novidade da inovação, os resultados obtidos com a aplicação desta metodologia aos dados da PINTEC dão indícios de como o Brasil está direcionando internamente seus esforços inovativos na última década. Hierarquizar setores é uma tarefa difícil e potencialmente infrutífera, dada a reconhecida heterogeneidade dos setores da indústria de transformação, não somente quanto a suas atividades, mas também em termos de densidades tecnológicas, mercados que participam, incentivos que recebem, graus de concorrência aos quais estão submetidos, dentre outras características específicas.

Apesar de a hierarquização ser uma consequência da metodologia, maior atenção deve ser dada aos resultados das dimensões e sua evolução no tempo. A intensidade inovativa no Brasil não é encontrada, pelo menos de acordo com a metodologia proposta, na ordem identificada nos resultados da comparação internacional setor a setor, em que maiores densidades tecnológicas apresentam maiores níveis de esforço e dinamismo. Os casos mais evidentes são os dos setores de Papel e de Coque e Petróleo, detentores de indicadores de Esforço e Dinamismo dignos dos setores de alta tecnologia e, por vezes, superiores.

A composição majoritária, na dimensão Esforço, de indicadores de produção interna de conhecimento explicita quais são os setores que de fato tentam produzir inovações no Brasil ou, ao menos, não dependem tão passivamente de tecnologias e conhecimentos vindos do exterior. Nada menos que 70% do total de desempenho na dimensão de Esforço Inovativo estão alocados em seis dos dezenove setores analisados, a saber, juntamente com suas respectivas densidades tecnológicas: Químicos (Alta), Elétricos (Média-Alta), Máquinas e Equipamentos (Média-Alta), Veículos Automotores (Média-Alta), Coque e Petróleo (Baixa) e Papel (Baixa).

Vale lembrar que a literatura sugere constantemente que países que apenas consomem inovações podem ficar presos a paradigmas tecnológicos, esperando as “janelas de oportunidade” que frequentemente se abrem quando uma tecnologia já está difundida e acessível. Países que acumulam conhecimento e capacidades tecnológicas podem se aproveitar do outro lado das janelas de oportunidade, quando estas se abrem no lançamento de uma nova tecnologia; porém, inserir-se num mercado criado por uma nova tecnologia, seja ela de produto ou organizacional, ambos importantes para o *catching-up*, pode não ser fácil se as firmas não acumularam o conhecimento necessário para implementá-la.

Merece destaque o setor de Coque e Petróleo, que apresentou uma evolução de 503% no período, indo das últimas posições em esforço direto para a liderança do quesito ao fim de 2011. Este resultado pode ser reflexo da ampliação massiva dos investimentos não apenas na estatal petrolífera, mas em toda a cadeia que a cerca – a Petrobras é uma empresa que montou na última década ao redor de si toda uma cadeia de inovação com empresas e centros de pesquisa especializados, para amparar suas necessidades de insumos e mão de obra, com reflexo direto sobre o crescimento do setor como um todo.

Se, em termos de esforços, o Brasil parece vir se especializando em petróleo durante a última década, o dinamismo das firmas brasileiras está ainda concentrado nos setores de Alta Tecnologia, o que não impede que este panorama mude, dada a evolução dos esforços nestes setores se comparada aos de setores como Máquinas e Equipamentos, Petróleo, Veículos e Papel. Destacam-se em dinamismo os setores de Outros Transportes e Químicos, outros dois setores que notadamente vêm assumindo o papel de vanguarda na produção de inovações no Brasil, principalmente com o papel de destaque da Embraer e de grandes empresas de medicamentos genéricos e de farmoquímicos direcionados tanto para o consumidor final quanto para indústrias diversas, como de alimentos e bebidas ou agropecuária.²²

As políticas de inovação no Brasil não parecem estar surtindo efeito no sentido de contornar o panorama de aprendizado passivo. A vasta oferta de recursos destinados a atividades inovativas e de pesquisa e desenvolvimento parece não ter demanda qualificada à altura e, além disso, empresas que fazem

²¹ Esses resultados não foram incluídos aqui, para não sobrecarregar o texto.

²² Ver Kupfer e Rocha (2004)

uso destes recursos parecem ser as mesmas com tradição em atividades de P&D, ou seja, os recursos de políticas de incentivo a programas de inovação parecem estar sendo destinados a empresas que os desenvolveriam de qualquer maneira, mas têm no governo uma fonte mais barata de recursos que reduz os riscos dos tradicionalmente altos investimentos em esforços desse tipo. Ainda, dados os indícios encontrados neste trabalho e na literatura, políticas de inovação parecem estar financiando não a produção interna de conhecimento, mas os gastos com atividades inovativas que estão ligados à absorção de tecnologias e não à produção de inovações (MELO et al., 2015; ROCHA, 2015).

O desenvolvimento tecnológico e o *catching-up* brasileiro devem passar, necessariamente, por um conjunto de medidas que venham a conferir competitividade à indústria, por certo em âmbitos como tributação, legislação e incentivos, mas especialmente visando a ganhos em potencial inovativo, isto é, em capacidade de se esforçar eficazmente para inovar num mercado mundial cada vez mais competitivo e integrado. Não se pode esperar ganhos na qualidade das exportações, reduções na dependência de produtos importados, aumento na demanda e na oferta de empregos qualificados, se cultivarmos uma matriz produtiva de pouca agregação de valor, e nos mantivermos especialistas em setores comoditizados, longe da competição nos setores de ponta tecnológica. Este trabalho, ainda que longe de estabelecer um método definitivo de mensuração de defasagem tecnológica, pode contribuir para trazer *insights* novos que ajudem a pensar algumas das fontes do atraso tecnológico brasileiro, ao passo em que verifica como estão aplicados os esforços das firmas nacionais e de que forma os indicadores de resultado destes esforços podem se mostrar um reflexo altamente distorcido, em comparação com outros países, da produção de inovações do Brasil.

VI. BIBLIOGRAFIA

- ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, v. 66, n. 2, p. 385-406, jun. 1986.
- AMABLE, B. VERSPAGEN, B.; The role of technology in market shares dynamics, *Applied Economics*, 27, 197–204. 1995.
- FAGERBERG, J., GODINHO, M. M. Innovation and Catching-up. in Fagerberg, J., Mowery, D., Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, 2003.
- FAGERBERG, J., MARTIN, B. and ANDERSEN, E.S. *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*, Oxford: Oxford University Press, 2013.
- FREEEMAN, C. SOETE, L. *The Economics of Industrial Innovation*. The MIT Press, 1997.
- HIGACHI, H. CANUTO, O. PORCILE, G. Modelos evolucionistas de crescimento endógeno. *Revista de Economia Política*, vol. 19, out-nov 1999.
- MELO, T.M. FUCIDJI, J.R. POSSAS, M.L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*. Vol. 14, Número Especial – Política Industrial e Inovação. UNICAMP: São Paulo, 2015.
- NELSON, R.R., WINTER, S.G. *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge: Belknap Press, 1982.
- OCDE. *Manual de Oslo: Diretrizes para a Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*. 3ª edição. Rio de Janeiro: FINEP, 2004.
- PINTEC. *Pesquisa de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.
- POSSAS, M.L. Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial: implicações para o Brasil. In: CASTRO, A. B.; POSSAS, M. L.; PROENÇA, A. (Orgs.). *Estratégias empresariais na indústria brasileira: discutindo mudanças*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996.
- ROCHA, C.F.L. Does Governmental support for innovation have positive effect on R&D investments? Evidence from Brazil. *Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil*. *Revista Brasileira de Inovação*. Vol. 14, Número Especial – Política Industrial e Inovação. UNICAMP: São Paulo, 2015.