

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1374

DETERMINANTES PRINCIPAIS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Luiz Dias Bahia

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1374

DETERMINANTES PRINCIPAIS DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE PRELIMINAR*

Luiz Dias Bahia**

Produzido no programa de trabalho de 2008

Rio de Janeiro, fevereiro de 2009

* O autor agradece as indicações bibliográficas e comentários de Fernanda De Negri, assim como a sugestão bem-sucedida de um instrumento por Eric Jardim Cavalcante. Os erros remanescentes são de responsabilidade do autor.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos Setoriais – Diset/Ipea.

Governo Federal

**Ministro de Estado Extraordinário
de Assuntos Estratégicos** – Roberto Mangabeira Unger

Secretaria de Assuntos Estratégicos



Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Marcio Pochmann

Diretor de Administração e Finanças

Fernando Ferreira

Diretor de Estudos Macroeconômicos

João Sicsú

Diretor de Estudos Sociais

Jorge Abrahão de Castro

Diretora de Estudos Regionais e Urbanos

Liana Maria da Frota Carleial

Diretor de Estudos Setoriais

Márcio Wohlers de Almeida

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Mário Lisboa Theodoro

Chefe de Gabinete

Persio Marco Antonio Davison

Assessor-Chefe da Assessoria de Imprensa

Estanislau Maria

Assessor-Chefe da Comunicação Institucional

Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

ISSN 1415-4765

JEL: D21, L10

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 OS MARCOS TEÓRICOS ADOTADOS	7
3 A METODOLOGIA ECONOMETRICA ADOTADA	11
4 A DESCRIÇÃO SETORIAL DO COMPORTAMENTO INOVADOR DAS FIRMAS	15
5 O MODELO PROPOSTO	18
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	30
ANEXO	32

SINOPSE

Este artigo investiga se o *global sourcing* é significativo como fator causador de inovação na indústria brasileira. A principal conclusão é que este fator tem importância apenas nos setores intensivos em escala. Além disso, o Sistema Nacional de Inovações parece ser fraco e sem efeito robusto como determinante da inovação brasileira.

ABSTRACT

This paper investigates whether global sourcing is significant as a causative factor to explain innovation in the Brazilian industry. The main conclusion is that this factor is important only in the scale intensive industrial sectors. Besides the National Innovation System seems to be weak and without strong effect as a Brazilian innovation determinant.

1 INTRODUÇÃO

Após o início da abertura comercial em fins da década de 1980 e principalmente na de 1990, a importação de insumos cresceu significativamente na indústria brasileira, gerando uma controvérsia quanto à virtuosidade desse processo. Alguns viram nele um caminho para a desindustrialização, outros para uma atualização necessária de nossos processos produtivos, e muitos para o aumento da produtividade. O presente trabalho procura abordar o fenômeno sob outro aspecto: a importação de insumos colabora para a atividade inovadora das firmas industriais brasileiras? E em que setores?

Esse debate não se confunde com um falso (e antiquado) debate sobre “nacionalismo” ou “internacionalismo”. É claro que a intensidade de elos com fornecedores internacionais mudou e muda no tempo. Entretanto, a questão aqui colocada é mais profunda. Ou seja: cabe buscarmos “adensar” os elos que nos levam a inovar, ou caberia buscar deliberadamente uma fonte preponderante de aquisição internacional de tais *inputs*?

Deve-se enfatizar que o debate aqui delineado não se confunde com o de termos ou não forte inserção internacional. Claro está que exportar e importar faz parte do caminho atual de todos os países. O que se quer questionar aqui, levando o problema ao limite, é o seguinte: faz sentido estimular um Sistema Nacional de Inovações (SNI), ou devemos ser apenas importadores de tecnologia desenvolvida externamente? Qual fonte de inovação é mais importante, dada a nossa formação? Podemos ser mais inovadores sob qual perspectiva?

Deve-se enfatizar, ainda, que a possível resposta a tal indagação não se pretende única para toda indústria. Certamente, há diferenças setoriais que, como veremos, o mero controle setorial de uma equação geral não consegue captar. Para entender tal diversidade, estudamos também o processo inovativo da indústria brasileira segundo grupos de firmas que, a princípio, segundo a teoria disponível, apresentam diferentes formas de inovar.

O trabalho se organiza em cinco partes. Primeiro, após esta introdução, mostramos os modelos teóricos mais importantes que fundamentam as fontes de inovação tanto via *global sourcing*, quanto via SNI. Segundo, mostramos o modelo teórico adotado, as fontes de dados, a forma de construir nossa amostra, e a técnica econométrica adotada. Terceiro, fazemos uma descrição dos setores considerados. Depois, apresentamos os resultados e nossa interpretação. Finalmente, concluímos.

2 OS MARCOS TEÓRICOS ADOTADOS

Podemos dizer que há dois marcos teóricos relevantes sobre o assunto aqui tratado: um referido ao *mainstream*, outro neoschumpeteriano. O primeiro se baseia fundamentalmente no comportamento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) das firmas, e o segundo, sobre uma capacidade intrínseca à firma de buscar informações relevantes à inovação. Entretanto, como mostraremos, eles não são excludentes entre si.

No primeiro marco, devemos considerar a especificidade da inovação em países em desenvolvimento. Nestes, Grossman e Helpman (1993) consideram que as firmas são apenas imitadoras. Há uma relação entre países do Sul (em desenvolvimento) e países do Norte (desenvolvidos). Os últimos fazem inovações realmente originais, enquanto os primeiros apenas copiam as inovações do Norte. Trabalha-se, em essência, sobre a capacidade da firma de processar com perfeição e sem custos adicionais (exceto o de licenciar patentes) a atividade imitadora.

No segundo marco (neoschumpeteriano) trabalha-se, em essência, sobre a capacidade da firma de ser *sui generis* ao inovar.

No primeiro marco teórico, tudo se passa como se o conhecimento científico disponível fosse o único fator necessário à imitação (mas não o suficiente para se manter no mercado), enquanto no segundo marco teórico o conhecimento científico não seria suficiente para tanto, exigindo uma busca que, além de trazer custos, depende da capacidade institucional e tácita de cada firma que faz a busca.

Assim, no segundo marco teórico não haveria um elo causal e/ou provável entre *global sourcing* e imitação, pois teria de haver uma capacitação tácita específica da firma imitadora que, mais do que o conhecimento científico disponível como bem público, tornaria a busca capaz de ser bem-sucedida.

Em outras palavras, no primeiro modelo a imitação não é irredutivelmente específica da firma, enquanto no segundo modelo a inovação e sua difusão o são. A compatibilidade entre as duas teorias se dá devido ao fato de que, no *mainstream*, não se estaria alterando o fluxo circular com a imitação, enquanto na busca neoschumpeteriana de inovação, a alteração do fluxo circular pode ocorrer.

Apresentamos a seguir uma síntese das duas teorias.

2.1 O MARCO DEVIDO AO *MAINSTREAM*

Inicialmente nos baseamos em Grossman e Helpman (1993). Nesse trabalho, os autores assumem uma distinção entre dois tipos de investimento em aprendizagem. Por um lado, marcas que são necessárias para a produção de novos produtos são propriedade informacional privada, enquanto, por outro lado, o conhecimento que afeta a produtividade no laboratório de pesquisa é um bem público. Sob tal forma, na cópia de produtos e processos das firmas rivais, a firma só pode estar imitando – o que, a partir daqui, assumimos como sendo o caso.

O problema em essência da firma passa a ser transformar a imitação em uma atividade lucrativa, dadas duas restrições: competir com o inventor original (mesmo internacionalmente) e, além disso, remunerar a liberdade legal de utilizar uma patente alheia. Conclui-se que a firma imitadora só sobreviverá no mercado a longo prazo se seu custo unitário for significativamente menor que o da firma imitada.

Entretanto, como mostram Bayomi, Coe e Helpman (1999), a importação de produtos intermediários possibilita que a firma importadora (através de um *spillover* do P&D das firmas exportadoras dos produtos intermediários) aumente sua PTF. Assim, a firma importadora, se também imitadora, pode inovar (*lato sensu*) e manter

seu “novo” produto, uma vez que este terá um custo unitário competitivo, como descrito acima.

Quais os motivos que levariam uma firma doméstica a importar componentes? Isso é o que tentam responder Antràs e Helpman (2004). Sua intenção é explorar como diferenças em tecnologia interagem com escolhas organizacionais, moldando a estrutura industrial, os fluxos de comércio e o investimento direto externo (IDE). No seu modelo, cada produtor de bem final utiliza insumos de serviços e/ou componentes manufaturados. Estes últimos podem ser produzidos em qualquer país. Os custos de gerenciamento da produção de bens intermediários e finais dependem da forma organizacional e da localização do operador da planta manufatureira.

Assume-se como possíveis duas formas organizacionais: a integração vertical V, ou o *outsourcing* O. Entende-se, por um lado, que a necessidade de supervisionar a produção de insumos em adição a outras questões gerenciais faz com que os custos de V sejam maiores do que os de O. Por outro lado, economias de escopo no gerenciamento de diversas atividades reduzem os custos organizacionais fixos da firma V em relação à firma O. Considera-se que os primeiros custos são maiores que os segundos. Entretanto, os contratos de fornecimento de insumos são intrinsecamente arriscados, pois não há formas *ex ante* de verificar a qualidade desses insumos, mesmo com a arbitragem de terceiros, o que leva ao estabelecimento de *incomplete contracts*. Assim, as partes barganham depois que os insumos tenham sido produzidos. A firma V levaria esta vantagem sobre a O, mas teria, entretanto, de incorrer em custos de dispensa de produção, se seus próprios insumos não satisfizessem a especificação.

Em outras palavras, haverá *outsourcing* se os custos da firma O (ruptura do contrato menos custos de supervisão) forem menores que os da firma V (custos de dispensa de produção menos economia de escopo). Ou seja, no caso O, se a firma consegue minimizar os seus custos de transação ao importar insumos, os custos de supervisão menores de não ter de produzir os insumos levam-na a buscar a opção O. Na opção V, a poupança de custos de dispensa de produção não seria relevante e as economias de escopo seriam determinantes. Implícita em toda essa análise está a idéia de que as vantagens comparativas do *outsourcing* dependem de aprendizado produtivo e da escala de produção da firma importadora *versus* a fornecedora em outro país.

2.2 O MARCO TEÓRICO NEOSCHUMPETERIANO

A teoria evolucionária de inovação se caracteriza, basicamente, pela substituição da centralidade da busca do lucro máximo (típico do *mainstream*) pela busca institucional de informações tecnológicas que possibilitem à firma inovar e, só assim, obter um lucro diferenciado no seu mercado competitivo específico. A teoria é evolucionária porque considera cada firma uma portadora de conhecimentos tácitos, irredutíveis à codificação instrumental, os quais seriam seus *genes* e a partir dos quais tenta sobreviver no mercado via um processo contínuo de inovações, que lhe possibilita vencer o teste de mercado (ou não) e crescer. O trabalho inaugural (praticamente) desta teoria é o livro de Nelson e Winter (1982), mas outros relevantes podem ser citados, como Rosenberg (1977), Dosi (1984) e Freeman e Lundvall (1988).

Trata-se de uma teoria em que a firma tem uma especificidade institucional em relação aos seus concorrentes. Esta característica gerou outro conceito: o de SNI. O SNI se caracteriza pelo conjunto de instituições de cada país ou região que se envolvem (ou podem se envolver) no processo de busca de inovação pelas firmas daquele país ou região. Podem ser elas: universidades, centros de pesquisa, instituições de defesa do consumidor etc. Esse conceito remonta a Smith [1776] (1982), onde a divisão do trabalho (responsável não apenas por produtividade, mas também pela qualidade do produto) dependeria da extensão do mercado de cada país, ou seja, haveria um princípio de cooperação institucional que se desenvolveria de forma crescente quanto maior fosse a extensão do mercado daquela localidade. Se substituirmos divisão do trabalho por inovação, teremos nos aproximado razoavelmente do conceito de SNI.

O SNI, a rigor, postula uma especificidade nacional ou regional da dinâmica inovativa de uma economia. Tal especificidade viria de dois elementos: um *funding* institucional necessário à inovação e temporalidade específica da região/país no seu desenvolvimento econômico. O primeiro aspecto se deve ao fato de que, para aplicar o conhecimento científico e tecnológico não basta a disponibilidade simples do conhecimento formal, necessita-se “pôr em prática” tal conhecimento, o que exige um número de adaptações às vezes de difícil solução. Resolver tal dificuldade dependeria do apoio institucional (não apenas dos recursos financeiros) de quem tenta aplicar o conhecimento, quando não gerá-lo primariamente (são mais que conhecidos os custos vultosos de adaptação de invenções elementares à viabilidade do mercado) (ver NELSON, 1993, p. 3-23). O segundo aspecto se deve à temporalidade histórica do desenvolvimento tecnológico. Em parte porque esse desenvolvimento é cumulativo e não-linear, em parte porque a mudança de equilíbrio de uma economia, no entendimento de Schumpeter (1939), é uma realidade histórica diversa do equilíbrio anterior, com especificidades irreversíveis e de difícil possibilidade de se replicar algures.

Nota-se que a referência do *mainstream* (também válida) baseia-se no conceito de vantagens comparativas, diferentemente do conceito de SNI. O conceito de vantagens comparativas, devido a Ricardo [1817] (1982), trabalha com uma vocação, praticamente natural, dos países em cada produto, o que os levaria a ganhos através da troca de suas especificidades produtivas. Estas teriam um limite de evolução e “descaracterização” no fluxo internacional de capital *versus* seu fluxo regional (o primeiro seria muito mais fácil que o segundo), além da questão do transporte entre regiões e países.

Longe de acreditarmos que ambas as teorias sejam excludentes entre si, aceitamos que se complementam, razão pela qual tentaremos construir uma especificação para a inovação na indústria brasileira que leve em consideração as duas fontes teóricas.

2.3 A ADOÇÃO DE UMA TAXONOMIA SETORIAL

Utilizamos como taxonomia setorial a proposta por Pavitt (1984). Como não possuímos as informações que levaram esse autor a determinar sua taxonomia,

seguimos sua classificação, selecionando as firmas brasileiras por grupos Cnae mais próximos de sua seleção original (ver quadro A.1, no anexo).

O primeiro setor, denominado *Supplier Dominated* (SD), congregaria principalmente setores tradicionais da indústria, como o de têxteis, de papel e celulose, de couro e calçados, além do setor editorial. Seriam setores que se apropriariam menos de alguma vantagem tecnológica e mais de habilidades profissionais, *design*, marcas e propaganda. Suas trajetórias tecnológicas se definiriam mais em função de corte de custos, ou seja, a necessidade de corte de custos no processo produtivo faria as firmas inovarem em produto e processo (principalmente) para otimizar e racionalizar a produção. Os produtos são relativamente padronizados e a concorrência se dá em qualidade e preço.

O segundo setor, denominado *Scale Intensive* (SI), se caracteriza basicamente pelo fato de a sua produção ser complexa e dependente de possíveis “gargalos” que podem comprometer a produtividade e a qualidade do produto. Assim, sua ênfase não é o corte de custos, que poderiam levar a prejuízos consideráveis devido à escala elevada de produção, mas de busca de inovações de aumento da performance dos produtos. Seus setores são geralmente de produtos alimentares, metalurgia, veículos motorizados, vidro, cimento e bens de consumo duráveis (com diferenciação moderada). Nesse setor SI, as firmas inovadoras produzem uma proporção relativamente alta de sua tecnologia de processo, para a qual fazem uma considerável parte de seu esforço próprio.

O terceiro setor, denominado *Specialised Suppliers* (SS), também se encaixa no grupo anterior, mas com ênfase em inovações de produto para vender em outros setores, sendo relativamente especializadas as firmas. Nesse grupo se encontram produtores de máquinas e equipamentos, além de instrumentos.

O último setor, denominado *Science-Based* (SB), é aquele no qual se incluem firmas de química e eletrônica. Neste, as principais fontes de tecnologia são as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), baseadas no desenvolvimento científico em universidades e outras instituições afins.

Devemos enfatizar, a essa altura, que tal taxonomia se baseia na experiência da indústria inglesa. As estatísticas descritivas para o Brasil, além das regressões, serão úteis para contextualizar nossa realidade.

3 A METODOLOGIA ECONOMETRICA ADOTADA

3.1 FORMA FUNCIONAL DA EQUAÇÃO

Como mostra Wooldridge (2002, p. 21-22), o modelo a ser estimado pode ser expresso em um conjunto de modelos menos gerais, formando expectativas condicionais que são lineares nos parâmetros, sendo esses parâmetros, funções de vetores dos determinantes, com a possibilidade também de serem lineares nos parâmetros.

Suponhamos que para alguma função vetorial $f(x)$ e uma função de valores reais $g(\cdot)$, tenhamos $E(y|x) = g[f(x)]$. Então:

$$E[y|f(x)] = E(y|x) = g[f(x)]$$

Ou seja, podemos trabalhar com uma função geral de inovação schumpeteriana, que abrangeria a mera imitação, dessa forma especificando os dois modelos (o devido ao *mainstream* e o neoschumpeteriano) em um só.

Os pontos em questão, assim, são os seguintes: Como compatibilizar duas teorias distintas? As variáveis especificadas de cada uma não manteriam entre si relações não lineares?

A primeira resposta parece simples. O modelo de *outsourcing* e *spillover* de P&D internacional trabalha com uma hipótese de imitação *stricto sensu*. Já o modelo neoschumpeteriano se estrutura numa busca tecnológica por inovações, mesmo que via difusão. Assim, o primeiro modelo engloba a criação de produtos em que a única diferença para os já existentes internacionalmente é a PTF do processo produtivo, que lhe permite vencer a concorrência internacional e é dependente da importação de insumos – ou seja, trata-se de uma mera imitação, não há inovação, não há criação de valor novo no fluxo circular. O segundo modelo implica uma especificidade, mesmo que mínima, do produto da firma, o que lhe permite auferir lucro na venda do novo produto. Se o produto fosse idêntico a outro existente, a firma “inovadora” não estaria auferindo lucro econômico, não haveria nenhuma ruptura, qualquer que seja (mesmo modesta), do “fluxo circular” (ver SCHUMPETER, 1982).

Essa distinção teórica nos permite dizer que a variável do primeiro modelo seria exógena ao modelo neoschumpeteriano puro. De fato, o *outsourcing* parte de uma decisão de custos (como já mostramos), enquanto a busca, via SNI, da inovação, parte das características irreduzíveis e tácitas da firma inovadora, de seus *genes*.

Assim, postulamos ser o modelo linear nos parâmetros, englobando as duas teorias.

3.2 ESTIMAÇÃO ECONOMÉTRICA

Nossa variável dependente é binária e reporta se a firma foi ou não inovadora no período de 2001 a 2003. Consideramos inovadora a firma que inovou em produto ou processo, para o mercado ou para si mesma. Nossa base de dados principal é a Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) de 2003, além da Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresa), Relação Anual de Informação Social (Rais) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi).

Como nossa variável dependente é binária, nossa regressão em *cross-section* é um modelo de resposta discreta, seja LPM, *probit* ou *logit*. Como mostra Gujarati (1995), o modelo tipo LPM não garante que as probabilidades da variável dependente se situem entre 0 e 1. Por isso, optamos por fazer os modelos *probit* e *logit* apenas, comparando os resultados dos dois. Entretanto, na seqüência de regressões, verificamos que os resultados são muito semelhantes, inclusive do ponto de vista de *fitness*, ao passo que a função de distribuição normal (própria do *probit*) seria mais

adequada que a logística (própria do *logit*), já que a primeira vem de uma generalização assintótica que converge mais rápido para os valores binários. Como estamos tratando de curto prazo, ou seja, as variáveis explicativas guardam uma defasagem pequena em relação à explicada, acreditamos ser o *probit* mais adequado.

Esses dois últimos modelos utilizam, para computar a probabilidade da variável dependente, de uma variável latente através de uma função de distribuição cumulativa (FDC) – baseada na função distribuição normal, no caso do modelo *probit*, e na função de distribuição logística, no caso do *logit*.

O modelo geral seria o seguinte:

$$P(y = 1|x) = G(xB) = p(x)$$

O modelo *probit* seria o seguinte:

$$G(z) \equiv \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v)dv$$

O modelo *logit* seria o seguinte:

$$G(z) = A(z) \equiv \exp(z)/[(-z^2/2)]$$

A variável latente é adequada ao nosso caso, por dois motivos. Primeiro, do ponto de vista do modelo do *mainstream*, porque se pode considerar que só a partir de um determinado nível de importação de insumos é que ocorreria o *spillover* significativo de P&D dos países exportadores. Segundo, do ponto de vista do modelo neoschumpeteriano, porque se pode considerar que só a partir de um determinado nível de informações acumuladas (conhecimento tácito) é que a firma teria condições de inovar.

3.3 AMOSTRA CONSIDERADA

Inicialmente selecionamos na Pintec de 2003 apenas as empresas inovadoras ou que, mesmo não tendo inovado, tentaram fazê-lo. Esse grupo de empresas se caracteriza por incluir aquelas que realmente inovaram (em processo ou produto) e aquelas que tentaram inovar mas fracassaram (estas últimas se distinguem na amostra daquelas que simplesmente não inovaram). A razão de não termos selecionado também as simplesmente não inovadoras foi o fato de o questionário da Pintec de 2003 apresentar variáveis caracterizadoras do SNI apenas para as inovadoras e para as que tentaram inovar. Assim, *estamos investigando a probabilidade de sucesso na inovação*, não a iniciativa de inovar em si. Ou seja, nossa amostra inclui as que de fato inovaram (variável igual a 1 no *probit*) e aquelas que tentaram inovar mas não obtiveram sucesso (variável igual a 0 no *probit*).

Um dos problemas enfrentados na construção da base de dados a ser usada nas regressões foi o de cruzar as bases, sem provocar um viés de seleção com a amostra da

Pintec de 2003. Optamos por cruzar, primeiro, a amostra da Pintec de 2003 com a da PIA-Empresa de 2003, mas na última utilizando apenas as empresas acima de 30 empregados, pois para essas a PIA-Empresa é censitária. Assim, após esse cruzamento, selecionamos todas as empresas da amostra da Pintec de 2003 com tamanho acima de 30 empregados. Três motivos nos fazem crer não haver viés de seleção: primeiro, não houve perda de nenhuma empresa da amostra da Pintec de 2003 acima de 30 empregados; segundo, a amostragem da Pintec de 2003 é estratificada por tamanho da empresa, medida exatamente pelo número de empregados, e pela principal atividade econômica – como a PIA-Empresa tem detalhamento até cinco dígitos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae), além de ser censitária, acreditamos estar sem viés de seleção; terceiro, os pesos e fatores de expansão da Pintec de 2003 baseiam-se na PIA-Empresa, justamente com quem se cruza a amostra.

Uma vez definida essa amostra via cruzamento da PIA-Empresa com a Pintec de 2003, fez-se o cruzamento com a Rais nos anos de 2001 a 2003. Aqui, a amostra pode ter sido levemente alterada, pois a Rais é censitária, mas alguma empresa pode não ter respondido, pois isso depende do rigor da fiscalização – o que provavelmente ocorre para empresas menores, o que minimiza nossa perda, uma vez que estamos trabalhando apenas com empresas de mais de 30 empregados. Finalmente, cruzou-se a amostra com a base do Inpi de patentes, mas aqui não há perda, pois as empresas sem patentes não foram eliminadas, apenas tiveram sua variável correspondente de patentes considerada nula.

Assim, chegamos a uma amostra final que, considerada a expansão (o fator definidor dos grupos para expansão é o P. O. de cada firma), retrata as empresas inovadoras, com sucesso ou sem sucesso, nos anos de 2001 a 2003. Desse conjunto foram selecionadas as Cnaes incluídas em cada setor, segundo Pavitt (1984). No anexo, relacionamos tais Cnaes. Na tabela 1, mostramos a porcentagem de cada setor que engloba as inovadoras, e as que tentaram inovar e não obtiveram sucesso.

TABELA 1
Composição da amostra de empresas considerada

Amostra	Inovação	Frequência	Composição (%)
Toda	Não	782	8,44
	Sim	8.479	91,56
Setor SD	Não	138	5,90
	Sim	2.196	94,10
Setor SI	Não	234	9,04
	Sim	2.352	90,96
Setor SS	Não	82	9,40
	Sim	785	90,60
Setor SB	Não	95	7,43
	Sim	1.186	92,57

Fonte: Pintec de 2003.

Na amostra original da Pintec de 2003, 7,63% das empresas não implementaram inovações, apesar de terem tentado fazê-lo. Na nossa amostra selecionada, essa proporção foi de 8,44%. Acreditamos, portanto, como se trata de uma variável binária (inovou ou não), termos representado razoavelmente o procedimento amostral da Pintec de 2003. Para chegar a essa conclusão, utilizamos a hipótese de convergência em distribuição expressa em Wooldridge (2002, p. 38).

4 A DESCRIÇÃO SETORIAL DO COMPORTAMENTO INOVADOR DAS FIRMAS

Nesta seção apresentamos brevemente as características setoriais segundo a classificação de Pavitt (1984), comparando-a com as estatísticas descritivas da Pintec de 2003.

4.1 SETOR *SUPPLIER DOMINATED* (SD)

Este setor na terminologia de Pavitt (1984) inclui setores tradicionais da indústria. No nosso caso agregamos aqui a indústria têxtil e de vestuário, calçados, papel e celulose, móveis e edição e impressão. Na taxonomia de Pavitt, trata-se de setor onde em geral as inovações são determinadas pela oferta de materiais e bens de capital vindos de outros setores, com predomínio de uma trajetória tecnológica baseada em inovações de processo que buscam redução de custos, principalmente. Sua apropriação de ganhos com inovação viria menos de vantagens tecnológicas do que de habilidades profissionais, *design*, *trademarks* e propaganda. Seu esforço de P&D interno seria minoritário. O setor se organizaria fundamentalmente em pequenas empresas. Deve-se enfatizar que estamos seguindo aqui a classificação de Pavitt (1984) literalmente, na intenção de verificar os resultados obtidos para o Brasil.

Utilizando a base de dados da Pintec de 2003 e da PIA, podemos qualificar as características desse setor no Brasil. Primeiro, à exceção dos ramos de calçados e vestuário, o setor é bastante concentrado.

Segundo, nos ramos de vestuário, calçados e têxtil, as inovações de processo são majoritariamente vindas de outros setores ou institutos, o mesmo acontecendo com papel e celulose e edição e impressão. Entretanto, para todos os ramos, a inovação de produto é mais interna. Além disso, há um número semelhante de inovações de processo e produto¹ para o três primeiros ramos, enquanto um número maior para papel e celulose, e edição e impressão.

Terceiro, apesar da taxonomia de Pavitt, esse setor não apresenta como principal impacto das inovações a redução de custos, mostrando ênfase principalmente na melhoria da qualidade do produto e na manutenção/ampliação da fatia de mercado. Acreditamos que esse resultado se deve principalmente ao reduzido investimento da indústria brasileira no período 2001-2003, quando é provável que as empresas desse setor tenham defensivamente concentrado seus esforços em inovações de produtos

1. A Pintec se baseia no Manual de Oslo, no qual "a inovação tecnológica é definida pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados".

para manter/ampliar mercados que já ocupavam e um menor esforço em conquistar novos mercados.

4.2 SETOR *SPECIALISED SUPPLIERS* (SS)

Este setor, que congrega produtores de máquinas e equipamentos, e de engenharia de instrumentos, geralmente se orienta para a produção de sua própria tecnologia de processo, mas seu foco principal é a fabricação de produtos para serem usados em outros setores. Pavitt, em sua taxonomia, reporta-os como pequenas firmas, diversificando-se tecnologicamente pouco. Essas firmas produzem uma proporção alta de suas inovações de produto. Sua forma de apropriação das vantagens de inovação é o *know-how* de *design*, patentes e conhecimento da clientela.

Ao contrário da tipologia acima, no Brasil esses ramos da indústria são de mediana a altamente concentrados. Entretanto, a exemplo da taxonomia adotada, este é o setor com o maior número de inovações, maior número de patentes em vigor e depositadas. Novamente, concordando com a tipologia de Pavitt, são esmagadoramente as próprias firmas do setor que desenvolvem suas inovações de produto. Entretanto, ao contrário da taxonomia, sua tecnologia de processo é comprada de fora da empresa.²

Os efeitos desejados de suas inovações são majoritariamente melhoria de qualidade dos produtos e manutenção de seu *market share*, e medianamente ampliação do último. A exemplo do setor anterior, as firmas desse setor não buscam principalmente conquistar novos mercados (que seria uma estratégia mais agressiva), nem cortar custos como meta para sua atividade inovativa.

4.3 SETOR *SCALE INTENSIVE* (SI)

Este é um setor onde as empresas necessitam de escala para concorrer no mercado, sendo fatal para seu desempenho “gargalos” e falhas técnicas ao longo do processo produtivo. Assim, devido à necessidade de atingir altas escalas de produção e à interdependência de seus sistemas de produção, não se busca majoritariamente reduzir custos (o que poderia comprometer o fluxo produtivo, causando elevados prejuízos), mas incrementar a performance de seus produtos via inovações. Para as empresas deste setor, grandes invenções não são fundamentais. A preocupação se direciona à capacidade de *design*, construção e operação de processos contínuos em larga escala, além de sistemas de montagem em larga escala. A liderança tecnológica é mantida via segredos de *know how* de processo de fabricação e mesmo patentes, além de defasagens de imitação de seus produtos pelos concorrentes e economias de aprendizado. Finalmente, seria um setor altamente concentrado.

No Brasil, este setor congrega ramos também altamente concentrados, à exceção (mas não muito) da agroindústria. Ainda concordando com a tipologia de Pavitt, as inovações de produto neste setor são majoritariamente feitas pela firma. As de processo, ao contrário, são, também na maioria esmagadora, feitas a partir de agentes

2. Deve-se salientar que a tipologia de Pavitt indica setores relativamente distintos da Cnae do IBGE, que foi adotada de forma conceitualmente aproximada.

externos. Nota-se que na metalurgia as inovações de produto são muito menos freqüentes que as de processo. Nos demais ramos, há um equilíbrio no número de inovações de produto e processo.

Na agroindústria, a ênfase inovadora³ é na melhoria da qualidade de produtos e na manutenção de fatia de mercado, apesar de não muito homoganeamente entre as firmas. Na metalurgia, o foco principal é na melhoria da qualidade do produto apenas. Nos veículos automotores, busca-se principalmente a melhoria de qualidade do produto, manutenção de *market share* e aumento de capacidade produtiva. E na fabricação de minerais não-metálicos, o principal é a manutenção de *market share* apenas, mas com grande heterogeneidade entre firmas. Em eletrodomésticos as ênfases estão em melhorar a qualidade do produto e na manutenção/ampliação de *market share*. Nota-se, geralmente, no setor SI, iniciativas pouco ousadas de inovação, como nos anteriores, e com mais heterogeneidade. Conclui-se que está correta a tipologia de Pavitt, ao colocar que se busca no setor aumentar a performance (“qualidade” na Pintec de 2003) dos produtos.

Em todos os ramos deste setor não se busca majoritariamente inovar para reduzir custos.

Quanto ao resguardo de suas inovações, apenas a agroindústria apresenta um número ligeiramente acima da média de patentes depositadas e em vigor, entretanto sem rivalizar de longe com os ramos do setor SS.

4.4 SETOR *SCIENCE BASED* (SB)

O setor SB se caracteriza por inovar basicamente através de P&D próprio, e este por se basear fortemente no desenvolvimento da ciência nas universidades. A forma de apropriação tecnológica desses ramos no setor é variada: habilidades específicas da firma, patentes, segredos de produção e descobertas, defasagens técnicas. Como já dissemos, a tecnologia usada por esses ramos é desenvolvida principalmente pela própria empresa, que geralmente é grande, em mercados com elevada concentração. A ênfase é na inovação de produto, apesar de a tecnologia de processo ser também muito desenvolvida. Sua trajetória tecnológica é mista: tanto visando corte de custos, quanto *design* de produtos.

No Brasil, esses ramos do setor SB são todos altamente concentrados. Entretanto, o uso de patentes é bastante limitado, à exceção dos ramos da química fina – e mesmo assim, sem se comparar em intensidade com o setor SS.⁴ As inovações de produto são feitas pela própria empresa, ao passo que a de processo se realiza via compra externa. A maioria das inovações, tanto de processo quanto de produto, são aprimoramentos dos já existentes, novos para a empresa apenas e novos somente no

3. A pergunta da Pintec de 2003 referente a este item é a seguinte: “Indique a importância dos impactos das inovações de produto e processo, implementadas durante o período entre 2001 e 2003”. Quanto aos impactos no mercado, há três opções: 95, “permitiu manter a participação da empresa no mercado”; 96, “ampliou a participação da empresa no mercado”; 97, “permitiu abrir novos mercados”.

4. É razoável esperar que haja diferenças entre firmas nacionais e multinacionais quanto a patentes; entretanto, esse corte não existe na tipologia de Pavitt, razão pela qual não explicitamos a origem de capital.

mercado nacional – nessa ordem decrescente. Conclui-se que no Brasil o setor SB não explora a fronteira científica mundial, seguindo uma trajetória mais de imitação.

A estratégia de inovação das firmas no setor é heterogênea. Na base da cadeia petroquímica, não se observa nenhuma ênfase em qualidade do produto, participação no mercado ou redução de custos. Entretanto, no final da cadeia, verifica-se forte ênfase em qualidade de produto, e manutenção e ampliação de *market share* na economia brasileira. No último caso, não se observa ênfase em redução de custos ou ampliação de capacidade produtiva. A situação da química fina é semelhante, ressalvado o fato de haver ênfase no aumento do leque de produtos. O comportamento da eletrônica é semelhante ao da cadeia final da petroquímica. Nota-se, mais uma vez, o caráter pouco agressivo da inovação no Brasil (ou seja, inova-se mais para manter fatias de mercado que para expandi-las).

As principais fontes de proteção dos desenvolvimentos na base da cadeia petroquímica são marcas e segredo industrial, apesar de pouco intensos. No final da mesma cadeia, são mais importantes, nessa ordem: marcas, segredo industrial, patentes e tempo de liderança sobre os concorrentes. Na química fina, o mesmo do final da cadeia petroquímica pode-se relacionar. Na indústria eletrônica, alternam-se como principais estratégias de proteção marcas e segredos industriais, vindo patentes em terceiro lugar. Confirma-se assim a tipologia de Pavitt quanto a esse aspecto de proteção.

5 O MODELO PROPOSTO

Nosso modelo, baseado nas teorias citadas, será o seguinte:

$$INOVA = C + \sum_{i=1}^7 VI_i + \sum_{j=1}^{12} VSNI_j$$

A variável dependente INOVA assume valor 1, se a firma inovou em produto ou processo, para o mercado nacional ou para a firma; valor 0, se a firma desenvolveu projetos de inovação, mas não foi bem-sucedida. E C é uma constante da regressão *probit* realizada.

As variáveis explicativas VI s descrevem as características internas das firmas que representam sua propensão ou esforço para inovar. Essas variáveis são:

a) $IMPORT_MAT$: representa porcentagem de insumos que foram importados pela firma (variável da PIA, questionário completo); indica, segundo Bayomi, Coe e Helpman (1999) *spillover* de P&D externo via importação de insumos.

b) $LRLV$: representa o tamanho da firma, baseado na Receita Líquida de Vendas dividida pela Receita Líquida de Vendas máxima de sua Cnae3; indica que firmas maiores têm maior capacidade institucional na busca por inovação. Variável endógena com INOVA.

c) MAQ_EQUIP : representa valor de máquinas e equipamentos adquiridos (inclui importados) dividido pela Receita Líquida de Vendas da firma; indica que

novos equipamentos possibilitam à firma inovar em processo e/ou produto, para a firma e/ou para o mercado nacional.

d) IMP_OUTRO_DEP: representa importância de outro departamento, que não o de P&D, para inovação. Variável binária (1, se alta e/ou média; 0, se baixa e/ou não-relevante); indica a contribuição para a inovação da iniciativa de trabalhadores da firma, que mesmo não sendo especialistas em pesquisa, passam propostas relevantes graças a sua experiência.

e) IMP_P&D: representa a importância do departamento de P&D para a inovação; variável binária (1, se alta e/ou média; 0, se baixa e/ou não-relevante); indica a contribuição para a inovação das informações geradas pelo departamento de P&D.

f) LESTUDO: representa o tempo de estudo médio dos trabalhadores da firma, dividido pela mesma variável com valor máximo na Cnae3 da firma; indica a contribuição da capacidade cognitiva dos empregados da firma para a atividade de inovação da mesma.

g) LKPATD: representa a soma depreciada do total de patentes aprovadas no Inpi pela firma nos anos de 1996 (depreciação de 20%), 1997 (depreciação de 15%), 1998 (depreciação de 10%) e 1999 (depreciação de 5%); indica o efeito cumulativo da inovação passada da firma para a atividade de inovação no período 2001-2003.

As variáveis explicativas VSNIIs indicam as fontes de informação disponíveis para a firma devido ao SNI brasileiro (utilizou-se a definição de SNI da própria Pintec de 2003). Essas variáveis são:

a) SNI_110: representa a fonte de informação de outra empresa do grupo para inovação; variável binária (1, se alta e/ou média; 0, se baixa e/ou não-relevante) multiplicada por 1 (se localização Brasil) ou 0 (se localização exterior).

b) SNI_111: representa a fonte de informação de clientes e consumidores; variável binária construída como a anterior.

c) SNI-112: representa a fonte de informação de clientes e consumidores; variável binária construída como a anterior.

d) SNI-113: representa a fonte de informação vinda de concorrentes; variável binária construída como a anterior.

e) SNI_114: representa a fonte de informação vinda de empresas de consultoria e consultores independentes; variável binária construída como a anterior.

f) SNI_115: representa a fonte de informação vinda de universidades e institutos de pesquisa; variável binária construída como a anterior.

g) SNI_116: representa a fonte de informação vinda de centros de capacitação profissional e assistência técnica; variável binária construída como a anterior.

h) SNI_117: representa a fonte de informação vinda de instituições de testes, ensaios e certificações; variável construída como a anterior.

i) SNI_118: representa a fonte de informação vinda da aquisição de licenças, patentes e *know how*; variável construída como a anterior.

j) SNI_119: representa a fonte de informação vinda de conferências, encontros e publicações especializadas; variável construída como a anterior.

l) SNI_120: representa a fonte de informação vinda de feiras e exposições; variável construída como a anterior.

m) SNI_121: representa a fonte de informação vinda de redes de informação informatizadas; variável construída como a anterior.

Como a variável LRLV é endógena (tamanho da firma induz inovação e inovação faz a firma crescer), as regressões foram feitas utilizando dois instrumentos:

a) LPOPROD: representa o pessoal ocupado na produção da firma, dividido pelo pessoal ocupado na produção máxima da Cnae3 da firma em questão.

b) LCOMP: representa as compras no ano de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; divididos para os anos de 2001, 2002 e 2003, por seu respectivo valor máximo a cada Cnae3 da firma em questão.

Foram feitas duas regressões (com e sem o uso de instrumentos) para todos os setores juntos, e duas (idem) para cada setor. A única exceção se deve ao setor SB: foram feitas regressões com cada instrumento em separado, pois com os dois juntos não se conseguiu convergência.

Deve-se salientar que a soma das firmas de todos os setores não é a da regressão geral, pois houve firmas que não se encaixavam no elenco publicado em Pavitt (1984).

Tanto para a regressão sem instrumentos quanto para a com instrumentos, utilizaram-se estatísticas robustas, baseadas em Observed Information Matrix (OIM).

5.1 EQUAÇÃO GERAL

Fizemos preliminarmente duas regressões (uma sem utilizar instrumentos, outra com instrumentos) de todas as firmas juntas, independentemente do setor. As duas regressões foram as seguintes:

TABELA 2
Regressão *probit* (todos os setores)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
CONSTANTE	4,9260***	0,3227	0,000
IMPORT_MAT	0,0034**	0,0017	0,047
LRLV	0,8011***	0,2241	0,000
MAQ_EQUIP	0,0102***	0,0019	0,000
IMP_OUTRO_DEP	0,0885**	0,0442	0,045
IMP_P&D	0,1364***	0,0496	0,006
LESTUDO	0,5205***	0,1544	0,001
LKPATD	0,0999**	0,0533	0,061

(continua)

(continuação)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	P > z
SNI_110	0,1778	0,1177	0,131
SNI_111	0,1153***	0,04193	0,006
SNI-112	-0,1368***	0,0446	0,002
SNI-113	0,0338	0,0448	0,450
SNI_114	-0,1391**	0,0567	0,014
SNI_115	-0,4071***	0,0613	0,000
SNI_116	-0,2863***	0,0595	0,000
SNI_117	0,1829***	0,0618	0,003
SNI_118	0,1151	0,1167	0,324
SNI_119	-0,0484	0,0490	0,324
SNI_120	0,1992***	0,0460	0,000
SNI_121	-0,0671	0,0453	0,138

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = - 2,467 , 363 ; Pseudo R^2 = 0,0791

Número de observações: 9.251; LR χ^2 = 423,87; Prob. > χ^2 = 0, 0000

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

TABELA 3

Regressão *probit*, com correção de endogenia (todos os setores)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	P > z
CONSTANTE	2,0376	15,4715	0,895
IMPORT_MAT	0,0029*	0,0018	0,099
LRLV	1,0160***	0,2698	0,000
MAQ_EQUIP	0,0103***	0,0019	0,000
IMP_OUTRO_DEP	0,0859***	0,0442	0,052
IMP_P&D	0,1310**	0,0497	0,008
LESTUDO	0,4887***	0,1559	0,002
LKPATD	0,0883*	0,0538	0,101
SNI_110	0,1736	0,1176	0,140
SNI_111	0,1153***	0,0419	0,006
SNI-112	-0,1371***	0,0446	0,002
SNI-113	0,0333	0,0448	0,458
SNI_114	-0,1395**	0,0566	0,014
SNI_115	-0,4077***	0,0612	0,000
SNI_116	-0,2914***	0,0595	0,000
SNI_117	0,1808***	0,0618	0,003
SNI_118	0,1149	0,1169	0,326
SNI_119	-0,0484	0,0490	0,323
SNI_120	0,2021***	0,0461	0,000
SNI_121	-0,0646	0,0453	0,154

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = 8.546,2705 ; Instrumentos: LPOPROD e LCOMP; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 3.358; Wald χ^2 = 370,10; Prob. > χ^2 = 0,000.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

Nota-se dos resultados acima que a importação de insumos é significativa nas duas regressões (apesar de apenas a 10% na regressão com os instrumentos). Pode-se dizer, portanto, que a indústria brasileira tem a ganhar, do ponto de vista da inovação, com o comércio internacional. Resta saber em que setor (ou se em todos) essa influência é observada, o que testaremos nas demais regressões.

O tamanho da firma se mostrou significativo e positivo (que é o sinal esperado), confirmando a expectativa de fundo teórico schumpeteriana. A influência do P&D também se confirmou, junto à de outros departamentos e ao grau de instrução médio, corroborando a importância do nível educacional para a inovação (e conseqüentemente para a lucratividade) da firma. Deve-se notar que a compra de máquinas e equipamentos também é importante para a inovação, corroborando modelos de *vintage* dos bens de capital. Finalmente, a variável defasada de patentes é também significativa, indicando haver uma cumulatividade na inovação, ou seja, as firmas são específicas segundo sua trajetória tecnológica percorrida historicamente. Quanto a esse último aspecto, deve-se enfatizar que o acúmulo de patentes não poderia captar toda a história de inovações das firmas, mas é nosso único meio de proceder, pois a Pintec tem uma amostra particular para cada vez que vai a campo, o que nos impede de cruzar os Cadastros Nacionais da Pessoa Física (CNPJs) das firmas entre duas ou mais Pintecs.

As variáveis do SNI propriamente ditas (aquelas assim atribuídas pelo questionário da Pintec de 2003) podem ser não-significativas, significativas e positivas, ou significativas e negativas.

Quanto às primeiras, trata-se de informações consideradas pelas firmas como de importância baixa ou não-relevante, ou ainda de alta e média relevância mas disponíveis apenas no exterior. A variável SNI_113 cairia com certeza no primeiro grupo, indicando um ambiente concorrencial onde a inovação ainda não é a vantagem dinâmica mais importante. A variável SNI_110 exclui a matriz de uma multinacional ou sua filial no exterior, que de fato pode ser relevante para a inovação, mas não foi contemplada no modelo. As variáveis SNI_118 e SNI_119 podem estar não-significativas por serem importantes como fontes captadas no exterior, acusando práticas pouco comuns no nosso SNI, além da dificuldade para nós talvez elevada de aplicar novidades tecnológico-científicas apenas publicadas ou vendidas. Já a variável SNI_121 teria sua não-significância vinda do mesmo problema anterior.

A variável SNI_111 teria sua significância vinda de um processo nacional de *spillover* tecnológico intersetorial. Nesse processo, estariam presentes tanto a transferência tecnológica vinda de fornecedores de bens de capital, quanto a de fornecedores de insumos que, ao inovarem, provocam inovação a jusante de sua cadeia produtiva. A variável SNI_117 reflete a importância do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) para a qualificação e a especificação dos produtos industriais brasileiros, requisitos indispensáveis para a sobrevivência concorrencial numa economia aberta. Finalmente, a significância da variável SNI_120 mostra a importância da integração do mercado nacional, que certamente facilita a troca regional de informações e de inovação, mesmo que apenas para a empresa.

As últimas variáveis significativas apresentam elasticidades negativas. Elas refletem informações de importância alta ou média, mas cuja localização no Brasil é menos relevante que no exterior. Ou seja, elas seriam positivas se sua localização fosse no exterior, indicando que suas congêneres brasileiras deixam a desejar em relação ao exterior.

Primeiro, nota-se que a influência da interação da empresa com as instituições de defesa do consumidor ainda são insatisfatórias no país, sendo claro que as firmas que se submetem ao crivo da exigência dos consumidores no exterior, via internacionalização, apresentam perfil de inovação mais aprimorado e maior eficiência produtiva (ver ARBIX; SALERNO; DE NEGRI, 2005).

Além disso, sabe-se que as empresas industriais brasileiras (assim como as latino-americanas em geral), durante a abertura comercial se aprimoraram tecnologicamente (ficaram mais próximas da fronteira internacional), mas aumentaram sua dependência tecnológica em relação ao exterior (ver KATZ, 2001), assim como na verdade não aumentaram seu patamar de gastos em tecnologia, mas o piso dos mesmos (ver ERBER, 2002). Desse modo, em geral a empresa local não tem grande interesse em gastos de P&D e utiliza muito pouco as universidades e institutos de pesquisa públicos – que são os mais capacitados no Brasil. A universidade brasileira tem uma captação de contratação de projetos de pesquisa com a empresa privada muito baixa.⁵ Além disso, muitas firmas deixam de interagir com essas instituições por julgarem o processo muito lento (excesso de burocracia) e/ou por considerarem poucas as garantias de sigilo dos resultados obtidos.

Enfim, podemos dizer que, de fato, nossos centros de pesquisa vindos de universidades e instituições de pesquisa são pouco utilizados pelas empresas brasileiras, *vis-à-vis* à importação de tecnologia, o que se agrava em razão das dificuldades orçamentárias de tais centros e das dificuldades de interação institucional e legal dos professores e pesquisadores oriundos dos mesmos centros com as empresas. Reações a tal quadro são os Fundos Setoriais do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e a Lei de Inovação, que entretanto eram embrionários e pouco efetivos (ou ausentes, no caso da lei) no período da Pintec utilizada.

5. Para estes últimos aspectos, ver Dagnino (2003).

5.2 SETOR SS

A seguir vamos mostrar os resultados das regressões por setor, indo direto para os resultados com correção da endogenia e heterocedasticidade. A tabela para o setor SS é:

TABELA 4
Regressão *probit*, com correção de endogenia (setor SS)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
CONSTANTE	2,0782	11,5111	0,857
IMPORT_MAT	0,0004	0,0061	0,941
LRLV	2,2735*	1,3068	0,082
MAQ_EQUIP	0,0415**	0,0195	0,033
IMP_OUTRO_DEP	-0,5694**	0,2406	0,018
IMP_P&D	0,0399	0,1999	0,841
LESTUDO	-0,6025	0,8853	0,496
LKPATD	0,2633	0,1708	0,123
SNI_111	-0,3778**	0,1783	0,034
SNI-112	-0,5571***	0,1928	0,004
SNI-113	0,3610	0,2251	0,109
SNI_114	0,3310	0,3083	0,283
SNI_115	-1,3505***	0,2810	0,000
SNI_116	-0,6020*	0,3223	0,062
SNI_117	1,6070***	0,3804	0,000
SNI_119	-0,5149*	0,2416	0,033
SNI_120	0,2732	0,2004	0,173
SNI_121	1,2183***	0,2367	0,000

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = 877,7054 ; Instrumentos: LPOPROD e LCOMP; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 291; Wald $\chi^2 = 101,78$; Prob. > $\chi^2 = 0,000$.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

Este é o setor mais importante para a difusão de progresso técnico na indústria. Entretanto, a iniciativa de P&D não é significativa, e os demais departamentos das firmas não contribuem para a inovação (na verdade, os resultados sugerem dificuldade com esses departamentos, pois a capacidade cognitiva dos trabalhadores – expressa na variável LESTUDO – também é um problema para a inovação). A importação de insumos não é relevante, apenas a compra de máquinas e equipamentos e o tamanho da firma. Apesar de ser um setor campeão brasileiro de patentes e inovações, a variável de patentes não é significativa. Esses resultados sugerem que tais firmas fazem inovação via novos processos instalados a partir da

compra de novas máquinas e equipamentos, tendo uma trajetória de inovação pouco autônoma, ao contrário do esperado devido à tipologia de Pavitt.

Corroborando estas observações, notamos que as informações de fornecedores e clientes relevantes para inovação estão no exterior, o mesmo acontecendo com universidades e institutos de pesquisa. São nacionais as seguintes informações: instituições de teste (já que a produção de máquinas, equipamentos e instrumentos deve ser muito dependente de especificações), conferências, encontros e publicações especializadas, além de redes de informações informatizadas – levando a crer, quanto a estas últimas influências, que essas empresas buscam preponderantemente novidades externas às firmas para adotar.

5.3 SETOR SD

Os resultados do setor SD são os seguintes:

TABELA 5
Regressão *probit*, com correção de endogenia (setor SD)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
CONSTANTE	3,2620	12,7510	0,798
IMPORT_MAT	0,0008	0,0047	0,858
LRLV	-0,2550	0,5243	0,627
MAQ_EQUIP	0,0048*	0,0043	0,068
IMP_OUTRO_DEP	0,4863***	0,0979	0,000
IMP_P&D	0,4021**	0,1743	0,021
LESTUDO	1,0949***	0,3937	0,005
LKPATD	-0,1586	0,1581	0,316
SNI_110	-0,5915**	0,2338	0,011
SNI_111	0,0418	0,1006	0,678
SNI-112	0,0571	0,1057	0,589
SNI-113	-0,0207	0,1102	0,851
SNI_114	0,2905*	0,1495	0,052
SNI_115	-0,9916***	0,1749	0,000
SNI_116	-0,3234**	0,1365	0,018
SNI_117	0,8020***	0,2003	0,000
SNI_118	0,6378*	0,3759	0,090
SNI_119	-0,3773***	0,1064	0,000
SNI_120	0,0573	0,1116	0,608
SNI_121	-0,1871	0,1026	0,068

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = - 2.894,0577 ; Instrumentos: LPOPROD e LCOMP; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 800; Wald $\chi^2 = 123,67$; Prob. > $\chi^2 = 0,0000$.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

Curiosamente, enquanto o setor SS seria, pela tipologia de Pavitt, mais autônomo e os resultados negaram essa expectativa, o setor SD seria dependente dos fornecedores de tecnologia, ocorrendo, entretanto, o oposto: apesar de ser também inovador através de maquinário novo, esse setor inova via P&D, capacidade cognitiva dos empregados e importância dos demais departamentos. Acreditamos que isso se deva ao seguinte: as inovações de processo, mais complexas, viriam via compra de máquinas e equipamentos, enquanto as de produto, mais simples, viriam da própria firma ou de outra do mesmo grupo no Brasil (apesar de em calçados o *design* ser em parte importado).

Como antes, as especificações de produto são fonte de inovação. Já a aquisição de *know how* se faz importante, provavelmente para inovar em processo. Já nossa dotação de universidades, institutos de pesquisa, os encontros e a assistência técnica sugerem-se como dificuldades, que podem estar sendo resolvidas no exterior.

5.4 SETOR SI

Os resultados do setor SI estão logo a seguir:

TABELA 6
Regressão *probit*, com correção de endogenia (setor SI)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	<i>P</i> > <i>z</i>
CONSTANTE	2,0657***	0,2981	0,000
IMPORT_MAT	0,0095*	0,0049	0,051
LRLV	1,4039***	0,5298	0,008
MAQ_EQUIP	0,0041*	0,0021	0,055
IMP_OUTRO_DEP	0,1804**	0,0831	0,030
IMP_P&D	0,3199***	0,0940	0,001
LESTUDO	-0,9273***	0,2988	0,002
LKPATD	-0,0414	0,0986	0,674
SNI_110	0,3827	0,2451	0,118
SNI_111	-0,0315	0,0830	0,704
SNI-112	-0,0963	0,0844	0,254
SNI-113	0,0980	0,0883	0,267
SNI_114	-0,1360	0,1089	0,212
SNI_115	-0,3709***	0,1160	0,001
SNI_116	-0,2511**	0,1244	0,043
SNI_117	0,5315***	0,1374	0,000
SNI_118	-0,5156***	0,1789	0,004
SNI_119	-0,0258	0,0986	0,794
SNI_120	0,1456*	0,0893	0,103
SNI_121	0,0731	0,0925	0,430

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = - 2.461,1328 ; Instrumentos: LPOPROD e LCOMP; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 1.021; Wald $\chi^2 = 139,48$; Prob. > $\chi^2 = 0,000$.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

Este é o único setor no qual a importação de insumos é relevante para a inovação. A razão disto, parece-nos, é que se trata de um setor onde as inovações ocorrem principalmente através da busca de economias de escala. De fato, é necessário escala para fazer *global sourcing*, como mostramos nas referências teóricas: trata-se de vencer um *trade off* entre os custos da firma O (ruptura do contrato menos custos de supervisão) e os da firma V (custos de dispensa de produção menos economia de escopo). Há, implícita em toda a análise, a idéia de que as vantagens comparativas do *outsourcing* dependem de aprendizado produtivo e da escala de produção da firma importadora (que diluiria os custos de transação) *versus* a fornecedora em outro país. Como no Brasil os ramos do setor SI têm um grande mercado interno, parece natural que o *outsourcing* tenha aqui sido significativo para inovar. Entretanto, não estamos no caminho das *maquiladoras* mexicanas. Nosso *outsourcing* tem uma importante especificidade: está associado a importantes fontes de matéria-prima de alta qualidade e a importante esforço de P&D em direção à cadeia de fornecedores de peças e componentes. De fato, os determinantes do esforço da firma para inovar são aqui todos positivos e significativos: desde o tamanho da firma, passando por P&D, até a capacidade cognitiva média dos empregados.

Apesar dessa especificidade, a estrutura do SNI é muito tênue: existe praticamente só em relação às certificações e a feiras e exposições. As outras informações significativas são negativas, indicando importância do exterior: universidades, institutos de pesquisa, centros de formação técnica e aquisições de *know how*.

5.5 SETOR SB

Como comentado anteriormente, a regressão com dois instrumentos não convergiu para o setor SB, razão pela qual fizemos duas, uma com cada instrumento, que convergiram. Os resultados são os seguintes:

TABELA 7
Regressão *probit*, com correção de endogenia (setor SB)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
CONSTANTE	3,6748	11,9480	0,758
IMPORT_MAT	0,0009	0,0037	0,809
LRLV	0,6910	0,8323	0,406
MAQ_EQUIP	0,5399***	0,1226	0,000
IMP_OUTRO_DEP	-0,0431	0,1615	0,790
IMP_P&D	-0,0340	0,1481	0,819
LESTUDO	0,8550*	0,5442	0,116
LKPATD	0,1926	0,1574	0,221
SNI_110	-0,0971	0,2877	0,736
SNI_111	0,2441*	0,1422	0,086

(continua)

(continuação)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
SNI-112	-0,0231	0,1522	0,879
SNI-113	0,5631***	0,1722	0,001
SNI_114	-0,2250	0,1742	0,197
SNI_115	-0,4284***	0,1570	0,006
SNI_116	-0,2396	0,2061	0,245
SNI_117	-0,7799***	0,1553	0,000
SNI_118	0,8895*	0,5240	0,090
SNI_119	0,3448**	0,1707	0,043
SNI_120	0,4028**	0,1604	0,012
SNI_121	-0,5927***	0,1567	0,000

Controle: Cnae2 e regiões.

Log Likelihood = 637,9033; Instrumentos: LPOPROD; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 537; Wald $\chi^2 = 108,37$; Prob. $> \chi^2 = 0,0000$.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

TABELA 8

Regressão *probit*, com correção de endogenia (setor SB)

Variável dependente: INOVA			
Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	$P > z$
CONSTANTE	3,8708	17,5177	0,825
IMPORT_MAT	0,0018	0,0036	0,616
LRLV	0,2894	0,7256	0,690
MAQ_EQUIP	0,5451***	0,1232	0,000
IMP_OUTRO_DEP	-0,0372	0,1621	0,819
IMP_P&D	-0,0250	0,1484	0,866
LESTUDO	0,9397*	0,5328	0,078
LKPATD	0,2227	0,1571	0,156
SNI_110	-0,0866	0,2875	0,758
SNI_111	0,2423*	0,1438	0,092
SNI-112	-0,0145	0,1525	0,924
SNI-113	0,5772***	0,1713	0,001
SNI_114	-0,2391	0,1736	0,168
SNI_115	-0,4317***	0,1572	0,006
SNI_116	-0,2245	0,2058	0,275
SNI_117	-0,7759***	0,1560	0,000
SNI_118	0,8493*	0,5191	0,102
SNI_119	0,3379**	0,1707	0,048
SNI_120	0,4001**	0,1611	0,013
SNI_121	-0,6024***	0,1563	0,000

Controle: Cnae2 e regiões

Log Likelihood = 887,1691; Instrumentos: LCOMP; variável instrumentada: LRLV.

Número de observações: 537; Wald $\chi^2 = 107,57$; Prob. $> \chi^2 = 0,0000$.

* Significativo a 10%.

** Significativo a 5%.

*** Significativo a 1%.

Os resultados são análogos nas duas regressões. Chama a atenção a importância da compra de máquinas para a inovação, variável que esteve presente e altamente significativa em todos os setores. Ainda importantes são a significância e a elasticidade positiva da cognição média dos empregados – fato compreensível, pois na química é muito importante a interação do trabalhador e da máquina para o sucesso do processo produtivo. Análogas a esta influência são a significância e a elasticidade positiva de informações de fornecedores, sugerindo que em geral esse fator substitui o esforço de P&D interno (a Petrobras é uma exceção).

Como setor de inovações baseadas em ciência, torna-se compreensível as elasticidades positivas e significantes de: aquisição de patentes; conferências e publicações especializadas; e feiras e exposições.

Este é o único setor cuja certificação dos produtos é importante não no Brasil, e sim no exterior. De fato, produtos farmacêuticos ou eletrônicos são mundiais, e se pode imaginar que suas instituições de teste, ensaios e certificações estejam no exterior.

A significância e a elasticidade negativa de universidades e institutos de pesquisa repetem os demais setores, mostrando a importância do exterior.

5.6 UMA AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO MODELO

Uma forma de avaliação do modelo é verificar se os valores gerados a partir da regressão se aproximam dos observados, o que se chama na literatura de *goodness-of-fit*. Fizemos dois testes para o modelo, para todos os setores juntos, que apresentamos a seguir.

TABELA 9
Associações de probabilidades previstas com respostas observadas

Percentual de concordâncias	63,8
Percentual de discordâncias	35,1

TABELA 10
Teste de Hosmer e Lemeshow

Valor χ^2	Graus de liberdade	Prob > χ^2
30,6735	8	0,0002

No primeiro teste, notamos que conseguimos prever 63,8% da amostra considerada. Contudo, pelo teste de Hosmer e Lemeshow, rejeitou-se a hipótese nula de conformidade entre dados e predições. Este último teste se baseia numa estatística de Pearson χ^2 . Quanto maior tal estatística, pior, como se nota na tabela 10. Entretanto, tal coeficiente de Pearson fica maior quanto maior a porcentagem de valores 1 (a firma inovou) na amostra (ver HOSMER; LEMESHOW, 2000). Nota-se, da tabela 1, que a participação de firmas inovadoras é de cerca de 90%. Assim, acreditamos que o segundo teste esteja influenciado por tal característica da amostra. Deve-se salientar, quanto a esse último aspecto, que é impossível fazer uma amostra

conjunta de firmas inovadoras e não-inovadoras (essas últimas consideradas aquelas que nem tentaram inovar) pelo próprio desenho da Pintec, pois os questionários são distintos para inovadoras e não-inovadoras (consideradas essas últimas como aquelas que nem tentaram inovar). Só é possível fazer o que fizemos, ou seja: uma amostra de firmas inovadoras e de não-inovadoras (mas que tentaram inovar).

6 CONCLUSÃO

A tipologia de Pavitt mostra não trazer uma correspondência direta com o SNI no Brasil. Como considera Possas (2003), o trabalho de Pavitt deve ser encarado mais como um ponto de partida do que como uma tipologia rígida. Se sob um aspecto há correlações válidas (como setores em que as inovações são dependentes de economias de escala, ou pouco geradas internamente), há outras pouco adequadas (como o papel do desenvolvimento científico no setor SB, ou da autonomia inovadora no SS). A tipologia parece funcionar melhor para aqueles setores pouco dependentes de desenvolvimentos menos sofisticados e custosos para inovação.

Além disso, a importação de insumos parece só ser válida para inovação em setores que trabalham com fortes economias de escala. E não se pode negar que uma forte maneira de inovar no Brasil é via compra de bens de capital novos. Finalmente, o SNI brasileiro parece pouco robusto, ainda em fase de constituição e as inovações brasileiras não parecem ser muito agressivas.

Estamos lidando com um processo inovador em geral pouco autônomo. As inter-relações do SNI parecem um pouco impressionistas, e provavelmente são pouco contínuas. Assim, tem-se aí um campo fértil para políticas públicas que busquem fortalecer esse tecido capaz de inovar.

REFERÊNCIAS

- ANTRÀS, P.; HELPMAN, E. Global sourcing. *Journal of Political Economy*, v. 112, n. 3, 2004.
- ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; DE NEGRI, J. A. Internacionalização gera emprego de qualidade e melhora a competitividade das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs.). *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, 2005.
- BAYOMI, T.; COE, D. T.; HELPMAN, E. R&D spillovers and global growth. *Journal of International Economics*, v. 47, p. 399-428, 1999.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (Eds.). *Experiências de sistemas locais no Mercosul*. Brasília: IBICT/MCT, 1999.
- DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tripla”. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 2, n. 2, jul./dez. 2003.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation*. London: Macmillan, 1984.
- ERBER, F. *O padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2002. Mimeografado.

- FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. *Made in Brazil*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- FREEMAN, C.; LUNDVALL, B. (Eds.). *Small countries facing the technological revolution*. London: Pinter, 1988.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. Cambridge: MIT Press, 1999.
- GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge: MIT Press, 1993.
- GUJARATI, D. N. *Basic econometrics*. New York: McGraw-Hill, 1995.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- KATZ, J. Structural reforms and technological behavior: the sources and nature of technological change in Latin America in the 1990s. *Research Policy*, v. 30, p. 1-19, 2001.
- LUGONES, G.; SUÁREZ, D. National innovation systems in Brazil and Argentina: key variables and available evidence. In: DE NEGRI, J. A.; TURCHI, L. (Orgs.). *Technological innovation in Brazilian and Argentina firms*. Brasília: Ipea, 2007.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, p. 343-373, 1984.
- NELSON, R.; WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Belknap, 1982.
- NELSON, R. *National innovation systems*. New York: OUP, 1993.
- POSSAS, M. Apresentação: idéias fundadoras. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 2, n.2, jul./dez. 2003.
- RICARDO, D. *Princípios de economia política e tributação*. São Paulo: Abril Cultural, 1982 [1817].
- ROSENBERG, N. *Perspectives on technology*. Cambridge: CUP, 1977.
- SCHUMPETER, J. A. *Business cycles*. New York: McGraw-Hill, 1939.
- _____. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SMITH, A. *A riqueza das nações*. São Paulo: Abril Cultural, 1982 [1776].
- WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge: MIT Press, 2002.

ANEXO

QUADRO A.1
Setores de Pavitt

Setor	Cnaes selecionadas
Supplier Dominated (SD)	17, 18, 36.1, 21, 22, 19
Scale Intensive (SI)	15, 27, 28, 34, 26.1, 26.2, 29.8
Specialised Suppliers (SS)	29 (menos 29.8 e 29.4), 33.1, 33.2, 33.3
Science Based (SB)	30, 31, 32, 24.1, 24.6, 24.2, 24.3, 24.4, 24.8, 24.9, 24.5, 24.7

EDITORIAL

Coordenação

Iranilde Rego

Supervisão

Andrea Bossle de Abreu

Revisão e Editoração

Equipe Editorial

Livraria

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,
Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Tiragem: 130 exemplares