

As importações e o esforço tecnológico: uma análise de seus determinantes em empresas brasileiras*

Helson C. Braga**
Larry N. Willmore***

Neste trabalho, a análise logit é usada para medir o efeito de determinadas variáveis sobre a probabilidade de uma empresa: a) comprar tecnologia importada; b) dedicar-se à pesquisa e desenvolvimento; c) adotar medidas visando racionalizar a produção. A análise dos dados de um levantamento de 4.342 estabelecimentos industriais mostra que as atividades tecnológicas compartilham de determinantes comuns: todas crescem significativamente com a propriedade estrangeira, as exportações e o tamanho da empresa. Outras variáveis, incluindo a propriedade estatal, os lucros, a concentração industrial e a proteção tarifária, têm efeitos variados. As importações de tecnologia têm um efeito positivo, tanto no esforço tecnológico como na propensão a adotar medidas de racionalização da produção.

1. Introdução; 2. Especificação do modelo; 3. Resultados empíricos; 4. Conclusões.

1. Introdução

As empresas de países industrializados investem grande volume de recursos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), de modo a criar novos produtos e novos processos de produção. O incentivo à inovação criativa é grande, pois tais empresas podem apropriar-se das rendas de suas invenções em seu vasto mercado interno, além dos rendimentos de exportações, investimento estrangeiro e licenças. As firmas em países em desenvolvimento, como o Brasil, ou até mesmo em países industrializados de menor porte, como o Canadá, encontram dificuldade em apropriarem-se das rendas de novas tecnologias e, por isto, dedicam poucos recursos à pesquisa

* Os autores agradecem a Decio Fialho por sua colaboração na pesquisa e a Sonia Dahab, Fernando Fajnzylber, Virene Matesco e José Rossi pelos valiosos comentários a uma versão anterior deste trabalho. As opiniões aqui expressas são pessoais e não refletem necessariamente as do governo brasileiro ou das Nações Unidas.

**Do Inpes/Ipea, Rio de Janeiro, RJ.

***Do Cepalc, México.

básica, inovadora. Em vez disso, tendem a orientar sua atividade de P&D para a assimilação de tecnologia estrangeira e sua adaptação às condições locais.¹

A sabedoria convencional costumava afirmar que a relação entre a importação de tecnologia e o esforço tecnológico seria necessariamente de substituição: uma maior importação de tecnologia implicaria redução de P&D local. Hoje sabemos que a relação pode ser de complementaridade, e que ela pode muito bem dominar a de substituição. O exemplo do Japão ilustra bem este caso, pois os esforços iniciais para adaptar e assimilar a tecnologia estrangeira propiciaram mais pesquisa inovadora. Um estudo chegou mesmo a concluir que “a importação tecnológica foi o estímulo mais significativo para o desenvolvimento da própria indústria de P&D no Japão” (Ozawa, 1985, p. 241).

Neste artigo, procuramos determinar o efeito de variáveis selecionadas sobre a atividade tecnológica na indústria brasileira. O termo “atividade tecnológica” é empregado em um sentido lato, incluindo não apenas a importação de tecnologia estrangeira e P&D nacionais, como ainda o treinamento de mão-de-obra e implementação de medidas destinadas a racionalizar a produção e aumentar a eficiência da tecnologia em uso. Apesar da utilidade evidente que uma compreensão dos determinantes da atividade tecnológica pode ter na formulação da política industrial, este é o primeiro estudo deste tipo já realizado no Brasil.

A base de dados utilizada no estudo é um levantamento realizado em 1981 pelo Instituto de Administração da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, contratado pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial do MIC. O levantamento abrangeu 4.342 estabelecimentos, 3.903 dos quais pertenciam a empresas estrangeiras. Dada a natureza qualitativa da maior parte das informações coletadas sobre atividades tecnológicas (as variáveis dependentes), foi empregado um modelo logit para medir o efeito de variáveis explicativas sobre a probabilidade de existência de uma determinada atividade.

2. Especificação do modelo

As variáveis dependentes nesta análise são binárias, assumindo os valores 1 ou zero, e o modelo empregado para “explicar” a existência ou não-existência de uma atividade tecnológica é uma função logística cumulativa da forma:²

$$E(Y_i) = P_i = 1 / [1 + \exp(-\sum_{j=1}^J b_j X_{ij})] \quad (1)$$

onde Y_i é uma variável aleatória discreta, igual a 1 se o i -ésimo estabelecimento desempenha uma certa atividade e zero se não a executa;

¹ Ver Caves et alii (1980, p. 168-75); Dahlman & Westphal (1982) e Dahlman et alii (1987).

² Para uma descrição do modelo logit, ver Amemiya (1981).

P_i = probabilidade de que o i -ésimo estabelecimento se dedique à atividade; e
 X_{ij} = valor da j -ésima variável explicativa, para o i -ésimo estabelecimento.

A análise logit restringe as probabilidades estimadas (as P_i 's) a se situarem entre zero e 1, e supõe que uma mudança em uma variável explicativa terá seu maior impacto sobre P quando $P = 1/2$. Com probabilidades muito altas ou muito baixas, grandes alterações nas variáveis explicativas têm um efeito pequeno sobre as probabilidades calculadas.

Uma vez estimados os parâmetros do modelo (os b_j 's), a equação (1) poderá ser escrita na forma linear:

$$\log [P_i / (1 - P_i)] = \sum_{j=1}^J b_j X_{ij}] \quad (2)$$

onde a variável à esquerda é o logaritmo natural da probabilidade de que o i -ésimo estabelecimento se engaje em uma atividade tecnológica. Se X_j for uma variável contínua medida em logaritmo natural, b_j é a elasticidade com relação à probabilidade de se dedicar a uma atividade. Se X_j for uma variável binária, o antilog de b_j representa o aumento proporcional na probabilidade quando $X_j = 1$, comparado a $X_j = 0$; por exemplo, $b_j = 1$ implica que as chances são 2,7 vezes maiores quando $X_j = 1$ e $b_j = 2$ implica que as chances são 7,4 vezes maiores.

Esta análise é aplicada aos dados de três tipos de atividade: a importação de tecnologia, o esforço tecnológico e as medidas para racionalizar a produção. Ao todo, são analisadas 12 atividades; 10 delas dizem respeito ao estabelecimento industrial como unidade de observação e duas à empresa da qual o estabelecimento faz parte.

Aos estabelecimentos investigados se perguntou se utilizavam ou não cada um de cinco tipos de tecnologia: desenho do produto, desenho de ferramental, engenharia de produção, engenharia de projeto e *layout* da fábrica. As respostas afirmativas a estas perguntas variaram de 4% para o *layout* da fábrica a 9% para o desenho do produto, fornecendo dados para cinco variáveis dependentes: PDESIGN, TDESIGN, PRODENG, PROJENG E FLAYOUT, respectivamente.

O esforço tecnológico é medido por quatro variáveis binárias. Duas delas derivam de perguntas feitas a cada estabelecimento: Vocês desenvolvem novos produtos (NEWPRO1)? Vocês desenvolvem novos produtos sistematicamente (NEWPRO2)? As outras duas variáveis foram construídas a partir dos balanços da empresa-matriz: A firma declarou gastos com P&D ou treinamento de empregados (TRAIN) nos últimos três anos (1978-1980)? Mais de dois terços dos estabelecimentos declararam que desenvolviam novos produtos e mais de um quarto acusou a existência de um programa sistemático de desenvolvimento de novos produtos; contudo, menos de 10% das empresas consignaram despesas com P&D em seus balanços. Obviamente, existe uma atividade tecnológica considerável que não entra nunca na contabilidade formal, provavelmente porque a maioria das firmas pequenas não tem um departamento de pesquisas nem empregados dedicados em tempo integral a P&D (Kleinknecht, 1987).

Três variáveis binárias medem a existência de métodos para racionalizar a produção e aumentar a produtividade: controle de qualidade da produção da fábrica com métodos modernos (QUALITY), controle completo das compras de matéria-prima (RAWMAT) e a utilização de um *layout* de fábrica destinado a minimizar o movimento de bens e materiais (LAYOUT). Mais da metade dos estabelecimentos investigados declararam ter um controle completo das compras de matéria-prima, mas pouco mais de um terço relatou o uso dos outros dois métodos de racionalização da produção.

Dez variáveis explicativas e 13 *dummies* de indústria são incluídas no modelo e estão listadas no quadro 1, juntamente com uma rápida descrição de cada uma. No texto que se segue, resumimos as hipóteses relativas ao efeito provável de cada variável explicativa sobre as variáveis dependentes. Embora as hipóteses sejam quase sempre expressas em termos de efeitos sobre P&D (o enfoque da maior parte da literatura sobre atividade tecnológica), elas podem ser estendidas, apenas com pequenas modificações, ao resto das variáveis dependentes.

O controle estrangeiro (FOR) tenta captar diferenças na atividade tecnológica de empresas transnacionais *vis-à-vis* firmas nacionais. Com a possível exceção do esforço tecnológico, especialmente NEWPRO1, NEWPRO2 e P&D, é razoável esperar que esta variável tenha um efeito positivo sobre a atividade tecnológica. É um fato conhecido que as firmas transnacionais tendem a concentrar P&D em seu país de origem (Lall, 1979); isto implica um coeficiente negativo para FOR nas equações de esforço tecnológico e um coeficiente positivo nas cinco equações de importação de tecnologia. No entanto, o coeficiente negativo poderia tornar-se positivo, dependendo da necessidade de se adaptar tecnologia a condições locais (preços dos fatores, escala, preferências dos consumidores, etc.).

Diversos autores argumentam que a presença de firmas transnacionais em uma indústria pode ter efeitos externos ou de “transbordamento” sobre a eficiência e a atividade tecnológica das empresas do país anfitrião.³ As firmas nacionais podem se conscientizar melhor das opções tecnológicas disponíveis, beneficiar-se da disponibilidade crescente de trabalhadores e gerentes treinados, reagir positivamente ao aumento da concorrência e descobrir que a oferta de tecnologia importada melhora em consequência da entrada de firmas estrangeiras. A hipótese a ser testada é, portanto, de que quanto maior for a participação estrangeira na produção industrial (FORSHARE) maior será a probabilidade de se observar atividade tecnológica.

A priori, esperamos que a relação entre importação de tecnologia e esforço tecnológico consista tanto em substituição como em complementaridade. Como as empresas podem escolher entre a compra de tecnologia e seu desenvolvimento, é lógico que se espere alguma substituição: quanto maior a dependência de uma empresa da importação de tecnologia, menor seu esforço tecnológico. Por outro lado, há a possibilidade de uma relação

³ Ver Globerman (1979), para o caso canadense, Caves (1974), para o caso australiano e, Blomström (1986) e Blomström e Persson (1983), para o caso mexicano.

Quadro 1 — Lista das Variáveis Explicativas

Nome da variável	Definição
FOR	Controle estrangeiro, uma variável <i>dummy</i> igual à unidade se os não-residentes possuem mais de 10% das ações com direito a voto (e a propriedade estatal for menor que 50%), e zero se não (média = 0,182).
FORSHARE	Proporção da produção de uma indústria a nível de quatro dígitos representada por firmas estrangeiras (média = 0,182).
FORTECH	Tecnologia estrangeira, uma variável <i>dummy</i> igual à unidade se um estabelecimento importar qualquer tipo de tecnologia, igual a zero se não (média = 0,14).
STATE	Controle estatal, uma variável <i>dummy</i> igual à unidade se a propriedade governamental das ações com direito a voto for 50% ou mais, e zero se não (média = 0,01).
SIZE	Tamanho da firma, medido como o logaritmo natural do valor adicionado médio da firma, em cruzeiros de 1980, dos anos fiscais 1978, 1979 e 1980. (média = 13,97).
DIVERS	Diversificação de produto, medida como $1 - \sum P_i^2$, onde P_i = a proporção das vendas pela firma do <i>i</i> -ésimo produto (média = 0,32).
PROFIT	Lucro operacional da firma, medido como o logaritmo natural dos lucros médios, em cruzeiros de 1980, nos anos fiscais 1978, 1979 e 1980 (média = 10,95).
EXPORT	Variável <i>dummy</i> igual à unidade se a firma exportar, e zero se não (média = 0,30).
PROTECT	Proteção efetiva em 1985 da indústria ao nível de quatro dígitos, como uma proporção do preço internacional (média = 1,12, amplitude = -0,4 a 52,5).
HERF	Índice de concentração de Herfindahl na indústria a nível de quatro dígitos (média = 0,04).
IND1...	Oportunidades tecnológicas, controladas por variáveis <i>dummies</i> iguais à unidade se um estabelecimento pertencer a uma das 13 indústrias a nível de dois dígitos, e zero se não.
IND13	

Fonte: FORSHARE e HERF são de Willmore (1987) e PROTECT é de Braga et alii (1988); todas as demais variáveis foram construídas a partir dos dados da amostra.

Obs.: A base de dados cobre 4.342 estabelecimentos de propriedade de 3.754 firmas. Como a maior parte das variáveis dependentes refere-se a estabelecimentos, as médias aqui apresentadas são dos estabelecimentos e não das firmas. Estatísticas descritivas detalhadas da amostra estão disponíveis, uma vez solicitadas aos autores.

de complementaridade, seja porque a tecnologia estrangeira poderia ser um catalisador para o esforço interno, seja porque a tecnologia importada tem, muitas vezes, de ser adaptada a condições locais. Evidências da Europa (Blumenthal, 1978), Japão (Odagiri, 1983) e da Índia (Lall, 1983, Katrak, 1985 e Siddharthan, 1988) sugerem que a relação de complementaridade predomina sobre a de substituição. A relação está sendo testada pela primeira vez no Brasil, com a inclusão da variável FORTECH em cada uma das equações de esforço tecnológico. Nas equações que “explicam” a utilização de métodos para racionalizar a produção, o sinal que se espera para o coeficiente de FORTECH é, sem dúvida, positivo.

Katrak (1985) sugere que as pressões competitivas sobre as empresas públicas poderão ser fracas, por elas terem acesso a subsídios governamentais. Por esta razão, podemos esperar um coeficiente negativo para STATE, nas equações de importação de tecnologia e nas equações de utilização de métodos para racionalizar a produção. No entanto, para o efeito tecnológico, o sinal de STATE é ambíguo: a falta de preocupação com a eficiência produz um coeficiente negativo, enquanto que os objetivos sociais, isto é, o aumento da intensidade de mão-de-obra ou de qualificação, poderiam gerar um coeficiente positivo. O próprio Katrak (1985, p. 225) não achou “nenhuma diferença aparente entre as empresas públicas e as privadas” no caso de gastos com P&D.

O logaritmo natural do valor adicionado da firma é usado como *proxy* para o tamanho da empresa. Desde o trabalho pioneiro de Schumpeter (1950), surgiu uma vasta literatura relativa ao efeito do tamanho da firma sobre P&D. A teoria sugere um efeito positivo, e a evidência disponível, que é referente a empresas com programas estabelecidos de P&D, em vez de taxas de participação em pesquisas, apóia a hipótese de que o efeito é positivo, mas não linear (Kamien & Schwartz, 1975, pp. 16-8). As não-linearidades foram levadas em consideração: a) pelo uso do logaritmo do valor adicionado, em vez de seu valor normal; b) pelo uso de um modelo logit; c) pela introdução de um termo quadrático nas equações de regressão. Também é esperado um efeito positivo do tamanho sobre a importação de tecnologia e nas medidas para racionalizar a produção.

A diversificação é outra variável que talvez tenha um impacto positivo sobre o esforço tecnológico. Nelson (1959) sustentou que uma firma que fabrica uma grande variedade de produtos está mais apta a se ocupar de pesquisas, pois o resultado destas pesquisas não pode ser conhecido com certeza, e uma firma diversificada tem mais possibilidade de fazer uso de resultados não previstos nas pesquisas. Esta hipótese foi confirmada em diversos estudos (p.ex., Grabowski, 1968; Link & Long, 1981; Lunn & Martin, 1986) e, deste modo, podemos também esperar um coeficiente positivo para a variável DIVERS nas equações de esforço tecnológico. As importações de tecnologia envolvem menor risco que a pesquisa feita na empresa e, assim sendo, é esperado um coeficiente negativo para DIVERS naquelas equações. *A priori*, não se pode prever nenhum sinal para o efeito de diversificação sobre as medidas destinadas a racionalizar o processo de produção.

Acredita-se que os lucros afetem a atividade tecnológica, mas não há nenhum consenso acerca da direção deste efeito. Por outro lado, as empresas podem não ter capacidade ou disposição para pedir recursos emprestados para a aquisição ou desenvolvimento de tecnologia e o resultado disso é que uma liquidez substancial, sob a forma de altos lucros, é necessária ao investimento em tecnologia. (Ver, p.ex., Grabowski, 1968 e Link, 1982.) Por outro lado, Horowitz (1961) sustentou que os preços baixos ou declinantes pressionam uma empresa a inovar, de modo a se tornar mais competitiva. Como a evidência empírica sobre este assunto é inconclusiva (Kamien & Schwartz, 1975, pp. 24-6), o sinal do coeficiente de PROFIT dependerá dos dados da pesquisa.

Analisando o caso da indústria americana, Pugel (1978) argumentou que as exportações, ao aumentar o tamanho do mercado, aumentam o retorno da atividade inovadora.⁴ Como o Brasil é um país em desenvolvimento, é mais provável que uma maior atividade tecnológica da parte dos exportadores se deva às exigências supostamente mais rigorosas do mercado externo, em comparação com o interno. Assim, espera-se um coeficiente positivo para EXPORT, em todas as 12 regressões logit.

Existe um argumento bastante conhecido de que as empresas que operam em indústrias protegidas da concorrência estrangeira têm condições de gozar de uma *quiet life*, dando pouca atenção à eficiência técnica ou à qualidade do produto. Teitel (1984, p. 45) sustentou, no entanto, que embora a proteção possa inibir o esforço tecnológico, pode também induzi-lo em virtude dos “esforços para substituir matéria-prima, reduzir o tamanho da capacidade produtiva ou melhor aproveitar a capacidade do equipamento existente”. O sinal do coeficiente da variável da proteção efetiva (PROTECT) pode, portanto, ser negativo ou positivo em cada equação.

A atividade tecnológica é uma forma de concorrência que não é feita via preços, e a literatura econômica sobre este tipo de concorrência prevê uma relação côncava entre o investimento em tecnologia e a concentração industrial.⁵ A concorrência feita não via preços deverá aumentar até certo ponto com a concentração, depois decrescer assim que atinja um determinado patamar. As empresas em indústrias atomísticas concorrem por meio de cortes de preços, em vez de variação de qualidade, ao passo que as firmas com rivalidade oligopolística tendem a usar a publicidade, a inovação tecnológica e outras formas de competição que não via preços. Mas, com uma concentração muito alta, a concorrência não via preços declina em função de comportamento coalizante. Assim, prevemos um sinal positivo para o coeficiente do índice de concentração (HERF) e um sinal negativo para o quadrado desta variável (HERF²).

⁴ Ver também Lunn & Martin (1986) e Zimmermann (1987).

⁵ Existe uma extensa literatura sobre a relação côncava entre propaganda e concentração e pouca coisa para a relação entre esforço tecnológico e concentração, porém vide Scherer (1967) e Scott (1984). Caves et alii (1980, p. 180) não conseguiram achar uma relação côncava entre os gastos em P&D e concentração no Canadá, atribuindo isso ao “caráter diferente da P&D em uma economia pequena, aberta. No Canadá, o tamanho global da economia significa que as indústrias mais concentradas estão na melhor situação para se empenhar na pesquisa mais original em vez de adotar as alternativas de imitação e adaptação”.

A relação entre atividade tecnológica e concentração é, como observou Scherer (1967, p. 530), “complexa, pois a alta concentração e a ampla oportunidade tecnológica tendem a coincidir”. Podemos acrescentar que a oportunidade tecnológica é correlacionada com outras variáveis explicativas de nosso modelo, especialmente tamanho da empresa e controle estrangeiro. Parece razoável supor que certas indústrias, como a química e a mecânica, registrariam altos níveis de atividade tecnológica, independentemente da concentração industrial, tamanho da empresa e propriedade estrangeira. Para ter um controle sobre estas diferenças nas oportunidades tecnológicas interindustriais, incluímos 13 variáveis *dummies*, uma para cada indústria de dois dígitos abrangida pelo levantamento.

3. Resultados empíricos

Esta seção apresenta os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros do modelo logit, para cada uma das 12 variáveis dependentes. Um pacote de regressão não-linear foi usado (SAS Institute, 1982) para ponderar iterativamente os resultados de mínimos quadrados de cada regressão pelo inverso da variância estimada de cada observação. Pode ser demonstrado que este método produz estimativas assintoticamente eficientes e não-tendenciosas dos parâmetros do modelo.⁶

De modo geral, os coeficientes de regressão têm o sinal esperado e tendem a ser estatisticamente significativos, frequentemente ao nível de 1%. Em cada uma das 12 equações, um teste de verossimilhança nos permite rejeitar a hipótese de que todos os coeficientes de regressão são conjuntamente iguais a zero. O mesmo teste, aplicado aos 13 coeficientes das *dummies* de indústria, nos permite rejeitar, em todas as equações menos uma, a hipótese de que as probabilidades não variam de indústria para indústria, ou seja, de que as 13 *dummies* poderiam ser substituídas por um simples coeficiente linear. Em outras palavras, a evidência sugere que as oportunidades tecnológicas, ou seja, a importação de tecnologia, o esforço tecnológico e a utilização de tecnologia, variam de modo significativo de indústria para indústria.

3.1 Importação de tecnologia

A tabela 1 mostra os resultados da estimação do modelo logit, para cada um dos cinco tipos de tecnologia obtidos de fonte estrangeira. Os coeficientes estimados de quatro variáveis – FOR, SIZE, PROFIT e EXPORT – apresentam resultados surpreendentemente fortes e consistentes. Somente no caso de uma variável (STATE) é que o coeficiente é estatisticamente não-significativo em todas as cinco equações.

O coeficiente da *dummy* de propriedade estrangeira (FOR) não é apenas significativo no sentido estatístico, como também é extremamente ele-

⁶ Ver Kmenta (1971), p. 425-7 e 461-2.

vado. As estimativas pontuais de 1,826 a 2,329 dão a entender que a propriedade estrangeira aumenta de seis a 10 vezes as chances de que a empresa seja importadora de tecnologia.⁷ Uma firma que, sob propriedade privada nacional, tivesse uma chance de 10% (isto é, de um para nove) de importar determinada tecnologia, ao passar para mãos estrangeiras, veria que suas chances de ser uma importadora iriam aumentar entre 25% e 50%, mantidas constantes todas as outras variáveis. O coeficiente de FORSHARE tem o sinal esperado em quatro das cinco equações, mas é significativamente maior que zero em apenas uma delas. Aparentemente, os efeitos de demonstração ou “transbordamentos” da maior propensão das firmas estrangeiras a importar tecnologia são de pequena importância na indústria brasileira, pois o coeficiente de FORSHARE só é estatisticamente significativo em uma equação.

O coeficiente do tamanho da empresa é positivo, como se esperava, e altamente significativo em cada equação, mas os coeficientes estimados são bastante baixos. A duplicação do tamanho da firma só aumenta as chances de importação de seis para 13%, um efeito pequeno (embora estatisticamente significativo) em comparação com a propriedade estrangeira. O coeficiente do quadrado de SIZE não foi significativamente diferente de zero em nenhuma das equações e, por isto, esta variável foi eliminada da regressão. O coeficiente de DIVERS tem o sinal negativo esperado em cada equação, mas só é estatisticamente significativo em uma regressão, a do *layout* de fábrica.

O coeficiente de PROFIT é negativo e altamente significativo em todas as cinco equações. Uma redução de 10% nos lucros é associada, *ceteris paribus*, a um aumento de cerca de metade de 1% na probabilidade de importação. A concorrência, refletida pelos lucros baixos, parece encorajar, portanto, a busca de novas tecnologias por parte das firmas brasileiras. De modo análogo, o coeficiente de EXPORT é positivo e o de PROTECT é negativo, mas é significativo o fato de só sê-lo em uma equação, no caso da última variável. O coeficiente da variável EXPORT é não apenas estatisticamente significativo como também bastante grande em cada uma das cinco equações, evidenciando que a pressão competitiva de produzir para mercados estrangeiros exige maior acesso à tecnologia importada.

Em três das cinco equações de importação, o índice de concentração (HERF) e seu quadrado têm os sinais esperados e são estatisticamente significativos ao nível de 10% ou menos. O efeito da concentração sobre a probabilidade de importação de tecnologia é positivo em quase toda a amplitude do HERF nestas três equações, tornando-se negativo apenas a níveis muito altos de concentração (HERF acima de 0,15). Nas outras duas equações, o coeficiente de HERF é positivo, mas não é estatisticamente significativo e a adição de um termo quadrático não conseguiu melhorar o ajuste da regressão.

A tabela 1 mostra também que a proporção de empresas que declaram importar tecnologia é bem pequena: a proporção maior de respostas afirmativas (relativas a desenho de produto) não chega a 10%. É interessante

⁷ O antilog de 1,826 é 6,2 e o de 2,329 é 10,3.

Tabela 1
Análise logit de importações de tecnologia

	PDESIGN	TDESIGN	PRODENG	PROJENG	FLAYOUT
FOR (+)	2,329 ^a (0,151)	2,117 ^a (0,178)	2,085 ^a (0,185)	1,826 ^a (0,176)	1,913 ^a (0,210)
FORSHARE (+)	1,056 ^b (0,623)	-0,611 (0,630)	0,197 (0,638)	0,599 (0,572)	0,607 (0,709)
STATE (-)	-0,182 (0,755)	-12,828 (326,25)	0,159 (0,649)	0,111 (0,573)	0,747 (0,651)
SIZE (+)	0,118 ^a (0,026)	0,127 ^a (0,028)	0,163 ^a (0,030)	0,177 ^a (0,028)	0,091 ^a (0,033)
DIVERS (-)	-0,306 (0,303)	-0,265 (0,348)	-0,350 (0,370)	0,105 (0,349)	-1,134 ^a (0,408)
PROFIT (?)	-0,038 ^a (0,013)	-0,057 ^a (0,013)	-0,059 ^a (0,013)	-0,054 ^a (0,013)	-0,047 ^a (0,015)
EXPORT (+)	0,824 ^a (0,136)	0,658 ^a (0,156)	0,603 ^a (0,168)	0,530 ^a (0,157)	0,610 ^a (0,190)
PROTECT (?)	0,151 ^c (0,083)	-0,057 (0,070)	0,014 (0,042)	-0,004 (0,050)	-0,010 (0,077)
HERF (+)	13,303 ^a (5,357)	21,018 ^a (5,599)	8,549 ^b (4,592)	1,518 (1,759)	1,486 (2,271)
HERF ² (-)	-45,736 ^b (24,996)	-65,095 ^b (25,999)	-24,354 ^c (17,547)		
Teste de verossimilhança	628,8 ^a	352,8 ^a	367,5 ^a	377,9 ^a	249,4 ^a
Teste de R ² de McFadden	0,266	0,199	0,224	0,209	0,191
Respostas afirmativas	9,1	5,6%	5,2%	5,9%	4,0%
Nº de obs.	3881	3439	4023	4041	3887

a) Significativo ao nível de 1%; b) ao nível de 5%; c) ao nível de 10%.

Erros-padrão assintóticos entre parênteses.

Os coeficientes das 13 *dummies* de indústria estão relacionados no anexo 1.

Variáveis dependentes:

PDESIGN = fonte estrangeira de desenho do produto.

TDESIGN = fonte estrangeira do desenho do ferramental.

PRODENG = fonte estrangeira da engenharia de produção.

PROJENG = fonte estrangeira da engenharia de projeto.

FLAYOUT = fonte estrangeira do *layout* da fábrica.

Em cada caso, a variável dependente toma o valor da unidade, caso for usado um fornecedor estrangeiro; caso contrário, toma o valor zero.

examinar a importância de importações no contexto de fontes alternativas de tecnologia, informação que é fornecida pela tabela 2. De modo geral, tais importações tendem a se situar em penúltimo lugar entre as quatro alternativas consideradas. A fonte de tecnologia mais importante é, sem dúvida, a própria empresa, refletindo claramente uma interpretação um tanto ampla e eclética do conceito de tecnologia industrial.⁸

As regressões logit incluem uma variável *dummy* para cada uma das 13 indústrias, numa tentativa de testar as diferenças entre indústrias quanto a oportunidades tecnológicas. Os resultados são apresentados no anexo 1. Em cada uma das cinco equações, um teste de probabilidade nos permite rejeitar a hipótese nula de que não existe diferença nos coeficientes das *dummies* da indústria; assim sendo, concluímos que a propensão a importar tecnologia varia de indústria para indústria. A probabilidade de importação de tecnologia é bastante alta, por exemplo, na indústria química; e mais baixa na de couro.

Tabela 2
Fontes alternativas de tecnologia
(%)

Tipo de Tecnologia	Fonte de tecnologia			
	Dentro da empresa	Fornecedores brasileiros	Institutos de pesquisas brasileiros	Importada do estrangeiro
Desenho de produto	81,3	22,5	2,8	9,1
Desenho do ferramental	65,4	32,1	5,6	7,2
Engenharia de produção	86,9	9,8	4,3	5,2
Engenharia de projeto	75,2	17,5	13,1	5,9
Layout da fábrica	82,3	11,4	9,6	4,0

Obs.: os totais excedem 100% por causa das fontes múltiplas.

3.2 Esforço tecnológico

A tabela 3 apresenta os resultados da estimativa do modelo logit para cada uma das seguintes variáveis dependentes: desenvolvimento de novos produtos (NEWPRO1), desenvolvimento sistemático de novos produtos (NEWPRO2), gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e gastos de treinamento (TRAIN).

⁸ Naturalmente, qualquer das fontes de tecnologia mostradas na tabela 2 poderia ser submetida à análise logit da mesma maneira que as importações foram analisadas. Foi realizada alguma experiência usando tecnologia desenvolvida na firma como variável dependente, mas não foi possível produzir resultados satisfatórios com qualquer das variáveis à nossa disposição. Em outras palavras, parece não haver diferenças significativas entre a maioria das firmas que declaram uma fonte interna (*in-house*) de tecnologia e a minoria que depende exclusivamente de fontes externas.

Tabela 3

Análise logit do esforço tecnológico

	NEWPRO1	NEWPRO2	P&D	TRAIN
FOR (?)	0,425 ^a (0,175)	0,677 ^a (0,133)	0,309 (0,190)	0,450 ^a (0,152)
FORSHARE (+)	0,287 (0,340)	-0,437 (0,374)	0,152 (0,552)	0,607 (0,434)
FORTECH (?)	0,390 ^a (0,127)	0,238 ^b (0,110)	0,357 ^b (0,157)	0,724 ^a (0,120)
STATE (?)	0,405 (0,332)	0,221 (0,384)	-0,437 (0,753)	1,308 ^a (0,418)
SIZE (+)	0,060 ^a (0,015)	0,085 ^a (0,016)	0,082 ^a (0,023)	0,131 ^a (0,019)
DIVERS (+)	1,058 ^a (0,160)	1,033 ^a (0,168)	0,710 ^a (0,266)	0,679 ^a (0,210)
PROFIT (?)	0,015 ^c (0,008)	0,013 (0,009)	-0,016 (0,012)	-0,028 ^a (0,009)
EXPORT (+)	0,838 ^a (0,092)	0,565 ^a (0,080)	0,422 ^a (0,124)	0,809 ^a (0,097)
PROTECT (?)	0,035 ^b (0,018)	-0,057 (0,035)	-0,032 (0,057)	-0,011 (0,035)
HERF (+)	3,144 ^a (1,024)	9,286 ^a (3,016)	-0,640 (1,524)	-0,184 (1,191)
HERF ² (-)		-39,098 ^a (14,226)		
Teste de verossimilhança	583,8 ^a	411,2 ^a	124,7 ^a	412,0 ^a
Teste R ² de McFadden	0,110	0,083	0,052	0,115
Respostas afirmativas	69,5%	25,9%	9,7%	18,5%
Nº de obs.	4324	4324	3754	3754

a) Significativo ao nível de 1%; b) ao nível de 5%; c) ao nível de 10%.

Erros-padrão assintóticos entre parênteses.

Os coeficientes das 13 *dummies* de indústria estão relacionados no anexo 1.

Variáveis dependentes:

NEWPRO1 = existência de desenvolvimento de produto novo.

NEWPRO2 = existência de um programa sistemático de desenvolvimento de produto novo.

P&D = existência de gastos com pesquisa e desenvolvimento registrados no balanço da empresa.

TRAIN = existência de gastos com treinamento de empregados registrados no balanço da empresa.

As variáveis independentes assumem apenas dois valores: unidade, se o programa existe, e zero se não existe.

Como se poderia esperar, os resultados da regressão para o desenvolvimento de NEWPRO1 são muito semelhantes aos relativos a desenvolvimento sistemático de NEWPRO2, embora o ajustamento seja melhor para a primeira equação. A probabilidade de desenvolvimento de novos produtos aumenta com a propriedade estrangeira da empresa, seu tamanho, a diversificação de produtos, lucros, exportação e concentração; e diminui com a proteção contra importações. No entanto, o coeficiente da variável lucro é significativo ao nível de 5% na primeira equação e quase significativo ao nível de 10% na segunda. As variáveis restantes – propriedade estatal e participação estrangeira na produção da indústria (não há efeito de “transbordamento”), aparentemente não afetam a decisão do estabelecimento de desenvolver novos produtos por conta própria. O coeficiente de um termo quadrático para o índice de Herfindahl de concentração industrial só foi significativamente diferente de zero na segunda equação, indicando um efeito positivo, porém declinante, da concentração sobre o logaritmo das probabilidades do desenvolvimento sistemático de produtos.

Os resultados da regressão para P&D são semelhantes aos apresentados com relação ao desenvolvimento de novos produtos, à exceção dos coeficientes de duas variáveis – propriedade estrangeira e concentração industrial –, que perdem sua significância. É interessante notar que o coeficiente de propriedade estrangeira conserva seu sinal positivo e é quase significativo ao nível de 10%, em um teste bilateral. Além disso, embora deixe de ser incluída em P&D boa parte da atividade tecnológica de empresas pequenas, o coeficiente de SIZE é virtualmente o mesmo nas equações de P&D e NEWPRO2.

Os resultados obtidos na estimação relativa à existência de gastos com treinamento (TRAIN) são semelhantes aos encontrados para as outras três equações: a probabilidade de uma empresa vir a implementar um programa de treinamento para seus empregados aumenta com a propriedade estrangeira, importação de tecnologia, a propriedade estatal, o tamanho da empresa, diversificação de produtos e as exportações; e decresce com os lucros. As diferenças principais com relação às outras equações são o sinal negativo do coeficiente de PROFIT e o coeficiente significativamente positivo de STATE. O coeficiente negativo de PROFIT sugere que o treinamento é um luxo a que as firmas com baixos lucros não podem se dar, talvez porque seja difícil para elas gastar parte de seus rendimentos com o treinamento de uma força de trabalho que pode abandoná-las para trabalhar para os seus concorrentes. O efeito positivo da propriedade estatal sobre a probabilidade de uma empresa acusar gastos com treinamento poderia ser um reflexo de uma maior consciência social por parte das firmas estatais, ou de uma atitude paternalista para com seus empregados.

É importante notar que o coeficiente de tecnologia estrangeira (FORTECH) é positivo e estatisticamente significativo em cada uma das quatro equações relativas ao esforço tecnológico. Isto mostra que a complementaridade domina o efeito de substituição entre estas duas atividades; em outras palavras, a importação de tecnologia, longe de diminuir ou inibir o

esforço tecnológico das empresas brasileiras, na verdade aumenta este esforço.

Os coeficientes das *dummies* de indústria apresentados no anexo 1 diferem significativamente nas três primeiras equações, mas não na equação de treinamento. Apesar disso, há pouca correlação entre os coeficientes para o desenvolvimento de NEWPRO1 e NEWPRO2 e os relativos a P&D. As empresas na indústria química, por exemplo, apresentam a probabilidade mais alta, *ceteris paribus*, de gastos com P&D, enquanto que sua probabilidade de desenvolvimento de novos produtos, especialmente o desenvolvimento sistemático de novos produtos, é muito baixa. Analogamente, as firmas têxteis mostram a probabilidade mais baixa de gastos com P&D, depois de se levar em conta os efeitos do tamanho da firma, propriedade estrangeira e outras variáveis, embora exista uma probabilidade muito alta de que elas venham a se dedicar ao desenvolvimento de novos produtos. Por outro lado, o coeficiente da *dummy* de minerais não-metálicos é baixo em todas as três equações e o da *dummy* de plásticos tende a ser elevado em todas as três equações.

Como foi pedido às empresas entrevistadas que declarassem suas despesas com P&D e com treinamento, é possível aplicar mínimos quadrados simples (OLS) aos dados das 365 empresas que tinham gastos com P&D e das 693 empresas com gastos em treinamento. Infelizmente, os resultados não são muito esclarecedores. Das dez variáveis explicativas, apenas SIZE é significativa e nem o termo constante nem os coeficientes da variável de tamanho variam significativamente de uma indústria para outra. No entanto, ao contrário das regressões logit, os termos polinomiais da variável de tamanho são estatisticamente significativos.

A regressão de mínimos quadrados para despesas com P&D é a seguinte:

$$\text{P\&D\$} = 25,67 - 5,29 \text{ SIZE} + 0,422 \text{ SIZE}^2 - 0,00935 \text{ SIZE}^3 \quad R^2 = 0,664$$

(8,10) (1,75) (0,123) (0,00282)

A variável SIZE é definida como no quadro 1, isto é, o logaritmo natural do valor adicionado médio da empresa nos anos 1978-80 e a variável P&D\$ é construída de modo análogo. As estatísticas entre parênteses são os erros-padrão dos coeficientes estimados, cada um dos quais é estatisticamente diferente de zero ao nível de 1%. A elasticidade de gastos com P&D, com relação ao valor adicionado da firma, varia portanto com o tamanho desta. Para a amplitude de SIZE nesta amostra, a elasticidade aumenta de -0,8 (SIZE = 6,9) até um máximo de 1,1 (SIZE = 15,1), antes de decrescer para zero no fim do intervalo (SIZE = 21,3). As despesas com P&D tendem, então, a ser inelásticas com relação ao tamanho da empresa: entre firmas com programas de P&D, os gastos aumentam menos que em proporção ao tamanho das mesmas. Esta conclusão é consistente com o que se verificou nos países industrializados, onde "difícilmente existe qualquer apoio à hipótese de que a intensidade do esforço inovador aumenta com o tamanho da empresa" (Kamien & Schwartz, 1985, p.18).

Os resultados de mínimos quadrados para despesas com treinamento (TRAINS\$), definidas como o logaritmo natural da média de gastos com treinamento em 1970-80, são muito semelhantes aos resultados das despesas com P&D:

$$\text{TRAINS\$} = 8,24 - 1,65 \text{ SIZE} + 0,1496 \text{ SIZE}^2 - 0,00280 \text{ SIZE}^3 \quad R^2 = 0,681$$

(5,06) (1,00) (0,0659) (0,00141)

O coeficiente de SIZE é significativo ao nível de 10% e os de SIZE² e SIZE³ são, por sua vez, significativos ao nível de 5% num teste bilateral. Os coeficientes de SIZE² e SIZE³ são, contudo, significativos ao nível de 1% em um teste conjunto.⁹ A relação entre despesas de treinamento e tamanho da firma tende a ser inelástica, com uma elasticidade de 0,01 para a menor empresa nesta amostra (SIZE = 6,9), elevando-se a um máximo de unidade (SIZE = 17,8), decrescendo então para 0,5 ao fim do conjunto de empresas abrangidas pela amostra (SIZE = 25,6).

3.3 Racionalização da produção

A tabela 4 mostra os resultados da estimativa do modelo logit, para a probabilidade de que um estabelecimento racionalize seu processo de produção, de cada uma de três diferentes maneiras: controle de qualidade de seu produto final através de métodos modernos (QUALITY), controle completo das compras de matérias-primas (RAWMAT) e *layout* completo da unidade produtora, para minimizar o custo de movimentação de mercadorias e materiais (LAYOUT).

Os resultados da regressão indicam que a probabilidade de se utilizar cada um dos três métodos aumenta com a presença da propriedade estrangeira, tecnologia importada, exportações e tamanho da empresa. A probabilidade do controle de qualidade também é afetada positivamente pela diversificação de produto e pela concentração industrial, e negativamente pela propriedade estatal e pelos lucros. O controle das compras de matérias-primas também é afetado negativamente pela propriedade estatal, enquanto que a probabilidade de um *layout* completo de fábrica é a única atividade a ser significativamente mais provável em indústrias com uma forte presença estrangeira. Em outras palavras, apenas no caso do *layout* da unidade produtora é que há evidência de um efeito de “transbordamento” significativo vindo das empresas estrangeiras para as nacionais. Também foram introduzidos termos quadráticos para SIZE e HERF, mas os coeficientes não foram significativos em nenhum caso, aos níveis habituais de confiabilidade, não sendo, portanto, declarados.

Como no caso das outras regressões logit, o Anexo 1 mostra as diferenças interindustriais, captadas por 13 *dummies*, na probabilidade de um estabelecimento vir a se envolver nessas atividades tecnológicas. Os coe-

⁹ F = 5,44 com 2,689 graus de liberdade.

Tabela 4

Análise logit da utilização de métodos para racionalizar a produção

	QUALITY	RAWMAT	LAYOUT
FOR (+)	1,032 ^a (0,136)	0,755 ^a (0,157)	0,903 ^a (0,129)
FORSHARE (+)	0,284 (0,327)	0,388 (0,314)	0,557 ^b (0,334)
FORTECH (+)	0,704 ^a (0,106)	0,662 ^a (0,115)	0,531 ^a (0,103)
STATE (-)	-0,577 ^b (0,345)	-0,505 ^c (0,308)	-0,371 (0,362)
SIZE (+)	0,114 ^a (0,015)	0,058 ^a (0,014)	0,109 ^a (0,015)
DIVERS (?)	0,436 ^a (0,166)	0,021 (0,145)	0,076 (0,161)
PROFIT (?)	-0,018 ^b (0,008)	0,009 (0,008)	-0,010 (0,008)
EXPORT (+)	0,444 ^a (0,081)	0,465 ^a (0,077)	0,345 ^a (0,079)
PROTECT (?)	-0,060 ^c (0,034)	0,014 (0,019)	0,013 (0,018)
HERF (+)	2,400 ^a (0,908)	-0,128 (0,880)	-0,334 (0,946)
Teste de verossimilhança	729,4 ^a	332,9 ^a	351,8 ^a
Teste R ² de McFadden	0,136	0,057	0,068
Respostas afirmativas	31,3%	58,9%	28,4%
Nº de obs.	4325	4325	4322

a) Significativo ao nível de 1%; b) ao nível de 5%; c) ao nível de 10%.

Erros-padrão assintóticos entre parênteses.

Os coeficientes das 13 *dummies* de indústria estão relacionados no anexo 1

Variáveis dependentes:

QUALITY = Unidade se o estabelecimento controla a qualidade do produto final por métodos modernos; = zero se não existe controle de qualidade ou se este é feito sem métodos modernos.

RAWMAT = Unidade se existe controle das compras de matérias-primas; = zero, se o sistema de controle de materiais é incompleto ou inexistente.

LAYOUT = Unidade se existe um *layout* completo da fábrica, para minimizar o movimento de mercadorias e materiais; = zero se o *layout* da fábrica for incompleto ou inexistente.

ficientes das *dummies* de indústria tendem a ser altamente correlacionados. A indústria de couro, por exemplo, tem o coeficiente mais baixo em cada regressão, evidência de que um estabelecimento nesta indústria, muito provavelmente, não utilizará nenhum dos três métodos para racionalizar a produção. As indústrias química, de bebidas e, em menor grau, de alimentos processados, têm todos altos coeficientes, refletindo graus elevados de tecnologia em cada uma das três atividades. A única exceção importante a esta alta correlação entre regressões está na indústria farmacêutica, que mostra a probabilidade maior, caso as outras variáveis permaneçam iguais, de controlar a qualidade de sua produção com métodos modernos, e a terceira mais alta probabilidade de controlar as compras de matérias-primas, porém a segunda mais baixa probabilidade de utilizar um *layout* completo de sua unidade produtiva para minimizar o movimento de mercadorias e materiais. A importância dada pelas firmas farmacêuticas ao controle de qualidade, tanto da matéria-prima como do produto final, é de fácil compreensão; sua relativa falta de preocupação com o *layout* de fábrica pode simplesmente refletir o fato de os produtos farmacêuticos terem uma alta relação valor/peso, de modo que o movimento de mercadorias dentro da unidade produtora não representa uma proporção tão significativa das despesas como em outras indústrias.

3.4 Tamanho da empresa, concentração e atividade tecnológica

O efeito de um aumento no tamanho da empresa é positivo, porém modesto em cada uma das 12 regressões logit. Além disso, seu coeficiente não reflete todo o impacto do tamanho sobre a atividade tecnológica, pois, como nos lembra Culbertson (1985, p.101), “o tamanho da firma não pode mudar *ceteris paribus*”. Se o tamanho da indústria se mantiver constante, um aumento no tamanho de algumas firmas implica o decréscimo do tamanho de outras e uma maior concentração. O efeito de um aumento no tamanho da firma sobre a atividade tecnológica *em uma indústria* é necessariamente menor que aquele que se verifica em uma determinada empresa, quando a concentração não tem nenhum efeito independente e estatisticamente significativo, porque o efeito negativo da diminuição do tamanho em algumas empresas anularia o efeito positivo do aumento do tamanho de uma outra. Nas seis regressões em que há uma relação positiva significativa entre a concentração e a atividade tecnológica, os efeitos sobre a indústria como um todo de um aumento no tamanho da empresa podem ser maiores ou menores que os sentidos por uma firma determinada.

É difícil resumir as implicações de nossos resultados na relação entre concentração e atividade tecnológica de uma indústria, pois o efeito preciso depende da distribuição inicial das firmas por tamanho, bem como das mudanças ocorridas nesta distribuição. No entanto, é possível concluir que, sob circunstâncias plausíveis, o efeito de um aumento de concentração sobre a atividade tecnológica é mínimo. Para ilustrar este ponto, examinamos três casos hipotéticos nos quais a posição inicial é uma probabi-

lidade de 0,5 de atividade tecnológica, ou seja, o ponto de inflexão da curva logística, em que as mudanças nas variáveis independentes têm o maior impacto sobre as probabilidades calculadas.

O maior coeficiente de SIZE é 0,177, na equação de importação de engenharia de projeto (PROJENG), mas o coeficiente de HERF não é significativamente diferente de zero nesta equação. (Ver tabela 1.) Suponhamos que duas empresas em uma indústria são do mesmo tamanho e que para cada uma delas a probabilidade é de 0,5 de que a engenharia de projeto será adquirida de uma fonte estrangeira. Se uma firma cresce 50% às expensas da outra, a probabilidade de que venha a importar tecnologia aumenta para 0,518 e a probabilidade de que sua rival faça o mesmo cai para 0,469. O efeito deste aumento de concentração sobre a importação de tecnologia da indústria é mínimo.

Como um segundo exemplo, consideremos a equação na tabela 3, relativa ao desenvolvimento de produtos novos (NEWPRO). Como o coeficiente de HERF é significativo nesta equação, podem ser feitas algumas hipóteses quanto ao número inicial e à distribuição das firmas por tamanho na indústria. Se supusermos a existência de 25 empresas de igual tamanho, isto implicaria um índice de Herfindahl de 0,04, que é médio para as empresas em nossa amostra. Suponhamos que todas as firmas têm inicialmente uma probabilidade de 0,5 de desenvolver produtos novos e que metade da produção de uma das empresas passa para outra. O resultado é um aumento em HERF para 0,0408, e a probabilidade de que a firma maior venha a se dedicar a esta atividade sobe para 0,507; a probabilidade da firma menor seria de 0,490 e haveria um aumento nas outras 23 empresas de 0,5000 para 0,5006. Por outro lado, uma mudança na situação de não-exportadora para a de exportadora em qualquer das firmas hipotéticas implicaria um aumento na probabilidade calculada de 0,5 para 0,698.

Finalmente, consideremos a mesma experiência, para uma indústria com 25 empresas, com a equação de desenvolvimento sistemático de produtos novos (NEWPRO2). Neste caso, a firma com o tamanho aumentado veria sua probabilidade calculada ser acrescida para 0,510 e a firma com o tamanho reduzido teria a sua probabilidade decrescida para 0,487; para as 23 empresas restantes, simplesmente em razão da maior concentração, haveria uma elevação para 0,5012. Estes efeitos são minúsculos se comparados, por exemplo, com um aumento na probabilidade calculada de um desenvolvimento sistemático de produtos novos de 0,5 para 0,638, no caso de qualquer não-exportador se tornar um exportador.

4. Conclusões

Caso o Brasil queira voltar a ter as altas taxas de crescimento de que se beneficiou no passado, tem de modernizar-se e melhorar a capacitação tecnológica de sua indústria de transformação. O estado tem um papel importante a desempenhar neste processo, ao criar um ambiente favorável à transformação técnica e atribuir uma prioridade máxima à aquisição de nova tecnologia. A formulação de políticas sensatas em matéria de tecno-

logia requer o conhecimento tanto do tipo de tecnologia atualmente em uso como dos fatores que afetam a atividade tecnológica ao nível da empresa.

Este trabalho se propõe a contribuir para o segundo tipo de conhecimento, isto é, os determinantes da atividade tecnológica em cada unidade de produção ou empresa. Usando uma base de dados apropriada, medimos o efeito de certas variáveis sobre a decisão da firma de se dedicar a 12 atividades tecnológicas, incluindo importação de tecnologia, P&D, programas de treinamento e métodos para racionalizar o processo de produção, de modo a aumentar a eficiência da tecnologia em uso.

Três variáveis – tamanho da empresa, exportações e propriedade estrangeira – têm um efeito positivo e altamente significativo sobre praticamente todas as 12 atividades.¹⁰ Apesar disso, a magnitude deste efeito é muito pequena no caso do tamanho da empresa e bastante grande no caso das exportações e propriedade estrangeira. A magnitude, bem como o sinal dos coeficientes, tem implicações importantes em termos de política. O tamanho da firma é uma variável significativa apenas no sentido estatístico, pois seu coeficiente é muito pequeno em todas as regressões logit. Um aumento do tamanho de certa empresa, em determinada indústria, implica um aumento na concentração; e em seis das 12 regressões a concentração tem um efeito independente e positivo sobre a probabilidade de todas as empresas de uma indústria se dedicarem à atividade tecnológica. Mas este efeito também é pequeno e, até certo ponto, contrabalançado pelo fato de algumas empresas numa indústria terem de declinar (ou desaparecer) se outras aumentarem sua participação no mercado.

Resumindo, nossas constatações oferecem pouco apoio à idéia schumpeteriana de que uma maior concentração, ou seja, um aumento nos tamanhos das firmas maiores em detrimento das firmas menores, terá um impacto sensível sobre a atividade tecnológica.

A participação nos mercados de exportação é um determinante importante de todos os tipos de atividade tecnológica. O valor médio dos coeficientes da *dummy* de exportação, nas 12 regressões logit, implica que uma firma que exporta tem 80% a mais de chances de se dedicar a uma atividade tecnológica que aquela que não exporta. As políticas visando elevar o número de empresas que exportam têm então a vantagem adicional de promover a modernização e o esforço tecnológico na indústria brasileira.

A propriedade estrangeira tem também um forte efeito positivo sobre a atividade tecnológica, mas sua magnitude varia consideravelmente, dependendo do tipo de atividade. Os coeficientes da variável *dummy* pressupõem, em média, chances oito vezes maiores de importação de tecnologia, 60% maiores de executar esforços tecnológicos e 146% maiores de utilização de métodos para racionalizar a produção. Estes efeitos são muito fortes, especialmente quanto à importação de tecnologia. O efeito positivo da propriedade estrangeira sobre as importações tecnológicas não é surpreendente, pois a empresa transnacional é reconhecidamente um

¹⁰ O coeficiente de propriedade estrangeira, embora positivo, não conseguiu atingir significância estatística em uma equação (P&D).

veículo importante de transferência de tecnologia de economias desenvolvidas para as em desenvolvimento. O que é mais surpreendente é o esforço tecnológico maior das empresas de propriedade estrangeira, em comparação com suas colegas de propriedade nacional.

Apesar da maior propensão das empresas de propriedade estrangeira de se dedicar a atividades tecnológicas de todo o tipo, há pouca evidência de um “transbordamento” deste desempenho para outras empresas do ramo. O coeficiente de uma variável que meça a participação estrangeira na produção industrial é significativamente positivo ao nível de 5% em apenas duas das 12 equações, o que não é muito melhor do que se poderia esperar do acaso. A propriedade estatal também não foi uma variável muito bem-sucedida, com a importante exceção de um efeito grande e positivo sobre o treinamento de pessoal e alguma evidência de um efeito negativo sobre a probabilidade de se utilizar métodos para racionalizar a produção.

A diversificação de produto de uma empresa tem um efeito positivo e altamente significativo sobre a probabilidade de que ela venha a se ocupar com P&D, desenvolvimento de produtos novos e treinamento de pessoal. Nelson (1959) partiu da hipótese de que a diversificação afetaria apenas a pesquisa básica, por causa da incerteza relativa a suas possíveis aplicações, mas nossos resultados sugerem fortemente que as empresas diversificadas têm mais probabilidades, *ceteris paribus*, de realizarem a pesquisa aplicada, que é típica do esforço tecnológico no Brasil.

Quanto mais lucrativa uma empresa, menos apta ela está a importar tecnologia. Esta constatação é consistente com a hipótese de que as firmas sujeitas a pouca pressão de concorrência têm menos necessidade de investir em tecnologia nova. É também consistente com a relação insignificante entre importações tecnológicas e concentração nas duas equações e a relação côncava entre as mesmas duas variáveis nas três outras equações de importação. Todavia, o que surpreende é que a lucratividade tenha um coeficiente significativamente negativo em apenas uma das quatro equações de esforço tecnológico e só uma das três equações relativas à utilização de técnicas para racionalizar a produção, de modo que os resultados não são muito robustos.

A proteção contra a concorrência das importações tende a diminuir a probabilidade de que uma empresa que se beneficie desta proteção venha a se dedicar a uma atividade tecnológica, pois o coeficiente desta variável é negativo, em nove das 12 regressões logit. No entanto, o coeficiente não é significativamente diferente de zero em qualquer equação, ao nível de 5% e só é significativo ao nível de 10% em duas equações. *Ceteris paribus*, as empresas em indústrias altamente protegidas tendem então a ser menos ativas tecnologicamente, embora não de modo significativo, do que as indústrias com pequena proteção.

Do ponto de vista de política, a constatação mais importante deste estudo é que a complementaridade domina qualquer efeito de substituição entre importação de tecnologia e esforço tecnológico. A importação de tecnologia requer um esforço local para assimilá-la e adaptá-la a diferenças entre o Brasil e o país de origem, em termos de clima, geografia, prefe-

rências do consumidor, tamanho do mercado, custo e qualificação da mão-de-obra, disponibilidade e qualidade da matéria-prima e bens intermediários, etc. É inevitável que, em economias pequenas, especialmente nas subdesenvolvidas, a maior parte do conhecimento tecnológico venha de fora. Permitir aos industriais brasileiros um acesso maior a este conhecimento é uma maneira segura de aumentar seu esforço tecnológico.

Anexo 1
Coefficientes das *Dummies* de indústria nas regressões logit das tabelas 1, 3 e 4

	Tabela 1				Tabela 3			Tabela 4				
	PDESIGN	TDESIGN	PRODENG	PROJENG	FLAYOUT	NEWPRO1	NEWPRO2	R&D	TRAIN	QUALITY	RAWMAT	LAYOUT
1. Minerais não-metálicos	-5,61 (0,51)	-4,96 (0,49)	-4,46 (0,47)	-4,43 (0,44)	-3,31 (0,51)	-1,33 (0,23)	-3,45 (0,27)	-3,96 (0,41)	-3,74 (0,32)	-2,58 (0,24)	-0,91 (0,22)	-2,58 (0,24)
2. Mecânica, Metalúrgica	-4,31 (0,39)	-4,97 (0,42)	-6,02 (0,46)	-6,09 (0,44)	-4,93 (0,51)	-0,56 (0,22)	-3,13 (0,23)	-3,48 (0,35)	-3,86 (0,29)	-3,02 (0,22)	-1,00 (0,20)	-2,96 (0,22)
3. Móveis	-5,01 (0,44)	-5,47 (0,52)	-6,03 (0,56)	-5,97 (0,51)	-4,23 (0,53)	-0,36 (0,21)	-3,00 (0,22)	-3,73 (0,35)	-3,80 (0,28)	-3,54 (0,24)	-0,96 (0,19)	-2,85 (0,22)
4. Papel	-6,33 (0,65)	-5,60 (0,60)	-5,97 (0,61)	-5,77 (0,56)	-4,83 (0,67)	-1,21 (0,26)	-3,57 (0,31)	-3,94 (0,46)	-3,59 (0,34)	-2,84 (0,27)	-0,79 (0,24)	-2,98 (0,28)
5. Couro	-5,59 (0,70)	-5,64 (0,82)	-6,22 (0,83)	7,06 (1,07)	-4,83 (0,84)	-0,73 (0,28)	-3,37 (0,31)	-3,39 (0,42)	-3,74 (0,35)	-3,63 (0,33)	-1,34 (0,25)	-3,50 (0,33)
6. Química	-3,77 (0,53)	-4,30 (0,59)	-4,56 (0,55)	-3,93 (0,49)	-3,25 (0,59)	-1,08 (0,30)	-3,87 (0,38)	-2,90 (0,46)	-3,47 (0,40)	-1,97 (0,30)	-0,39 (0,30)	-2,40 (0,30)
7. Farmacêutica	-5,56 (0,65)	-4,67 (0,66)	-5,80 (0,67)	-5,88 (0,64)	-3,90 (0,71)	-0,13 (0,41)	-3,25 (0,39)	-3,34 (0,55)	-3,89 (0,45)	-1,68 (0,36)	-0,52 (0,35)	-3,18 (0,37)
8. Cosméticos	-5,60 (1,14)	-5,40 (1,42)	-5,14 (0,98)	-5,67 (0,88)	-4,07 (0,96)	-1,96 (0,51)	-3,01 (0,74)	-3,53 (0,83)	-3,83 (0,65)	-3,15 (0,50)	-0,94 (0,47)	-2,45 (0,50)
9. Plásticos	-5,07 (0,53)	-5,80 (0,59)	-6,14 (0,61)	-6,05 (0,59)	-5,28 (0,75)	-0,18 (0,26)	-3,16 (0,28)	-3,35 (0,41)	-3,66 (0,33)	-2,79 (0,27)	-0,87 (0,22)	-2,82 (0,25)
10. Têxteis	-4,91 (0,41)	-4,90 (0,44)	-5,78 (0,48)	-5,84 (0,46)	-4,74 (0,52)	-0,54 (0,21)	-2,88 (0,23)	-4,21 (0,37)	-3,89 (0,28)	-2,92 (0,22)	-0,75 (0,19)	-2,77 (0,22)
11. Vestuário e Calçado	-4,27 (0,42)	-4,73 (0,46)	-6,90 (0,64)	-7,14 (0,63)	-6,40 (0,84)	-0,43 (0,19)	-2,32 (0,22)	-3,94 (0,36)	-4,29 (0,28)	-3,23 (0,23)	-1,23 (0,18)	-2,86 (0,20)
12. Alimentos processados	-5,31 (0,47)	-4,68 (0,45)	-5,14 (0,48)	-5,27 (0,44)	-4,54 (0,54)	-1,90 (0,21)	-4,03 (0,26)	-3,59 (0,35)	-3,95 (0,29)	-2,23 (0,22)	-0,61 (0,19)	-2,57 (0,21)
13. Bebidas	-5,01 (0,54)	-4,09 (0,50)	-5,56 (0,60)	-5,64 (0,57)	-4,71 (0,69)	-1,70 (0,25)	-3,62 (0,31)	-3,44 (0,42)	-3,59 (0,34)	-1,74 (0,25)	-0,48 (0,24)	-2,25 (0,26)
Teste de verossimilhança	62,9 ^a	22,2 ^b	52,6 ^a	90,6 ^a	58,0 ^a	235,9 ^a	122,7 ^a	26,4 ^a	14,4	170,4 ^a	46,5 ^a	32,2 ^a

a) significativo ao nível 1%, b) ao nível de 5%.

A razão de verossimilhança assume uma distribuição χ^2 com 12 graus de liberdade.
 Os números entre parênteses são erros-padrões assintóticos.

Abstract

Logit analysis is employed to measure the effect of selected variables on the probability that a firm: 1) purchases imported technology; 2) engages in research and development and 3) adopts measures to rationalize production. Analysis of data from a survey of 4.342 industrial establishments shows technological activities to share common determinants: all increase significantly with foreign ownership, exports and firm size. Other variables, including state ownership, profits, industrial concentration and tariff protection have varying effects. Imports of technology have a positive effect on both technological effort and the propensity to adopt measures to rationalize production.

Referências bibliográficas

- Amemiya T. Qualitative Response Models: a survey. *Journal of Economic Literature*, 19: 1.483-536, Dec. 1981.
- Blomström, M. Foreign investment and productive efficiency: the case of Mexico. *Journal of Industrial Economics*, 35: 97-110, Sept. 1986.
- & Persson, H. Foreign investment and *spillover* efficiency in an underdeveloped economy: evidence from the Mexican manufacturing industry: *World Development*, 11: 493-501, June 1983.
- Blumenthal, T. A note on the relationship between domestic research and development and imports of technology. *Economic Development and Cultural Change*, 26: 303-6, Jan. 1978.
- Braga, H. C., Santiago, G. M. C. & Ferro, L. C. M. *Proteção efetiva no Brasil: uma estimativa a partir da comparação de preços*, série Épico nº 13, INPES/IPEA. Abr. 1988. (mimeo.)
- Caves, R. E. Multinational firms, competition, and productivity in host-country markets. *Economica*, 41: 176-93, May 1974.
- ; Porter, M. E. & Spence, A. M. *Competition in the open economy: a model applied to Canada*. Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1980.
- Culbertson, J. D. Econometric tests of the market structural determinants of R&D investment: consistency of absolute and relative firm size models. *Journal of Industrial Economics*, 34: 101-8, Sept. 1985.
- Dahlman, C. J. & Westphal, L. E. Technological effort in industrial development: an interpretative survey of recent research. In: Stewart, F. & James, J., eds. *The economics of new technology in developing countries*. London Frances Printer, 1982.
- Dahlman, C. J., Ross-Larson B. & Westphal, L. E. Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries, *World Development*, 15: 759-75, June 1987.
- Globerman, S. Foreign direct investment and *spillover* efficiency benefits in Canadian manufacturing industries. *Canadian Journal of Economics*, 12: 42-56, Feb. 1979.

- Grabowski, H. G. The determinants of industrial research and development: a study of the chemical, drug, and petroleum industries. *Journal of Political Economy*, 76: 292-306, Mar. 1968.
- Horowitz, I. Estimating changes in the research budget. *The Journal of Industrial Engineering*, Mar. 1961.
- Kamien, M. I. & Schwartz, N. L. Market Structure and innovation: a Survey. *Journal of Economic Literature*, 13: 1-37, Mar. 1975.
- Katrak, H. Imported Technology, enterprise size and R&D in a newly industrializing country: the Indian experience. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 47: 213-229, 1985.
- Kleinknecht, A. Measuring R&D in small firms: how much are we missing? *Journal of Industrial Economics*, 36: 253-6, Dec. 1987.
- Kmenta, J. *Elements of econometrics*. New York, Macmillan, 1971.
- Lall, S. The international allocation of Research Activity by US multinationals: *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 41: Nov. 1979.
- . Determinants of R&D in an LDC: the Indian engineering industry, *Economics Letters*, 13: 1983.
- Link, A. N., An analysis of the composition of R&D spending. *Southern Economic Journal*, 49: 342-9, Oct. 1982.
- & Long, J. E. The simple Economics of basic scientific research: a test of Nelson's diversification hypothesis. *Journal of Industrial Economics*, 88: 105-9, Sept. 1981.
- Lunn, J. & Martin, S. Market structure, firm structure, and research and development. *Quarterly Review of Economics and Business*, 26: 31-44, Spring 1986.
- Nelson, R. R. The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*, 67: 297-306, June 1959.
- Odagiri, H. R&D expenditures, royalty payments, and sales growth in Japanese manufacturing corporations. *The Journal of Industrial Economics*, 32: 61-71, Sept. 1983.
- Ozawa, T. Macroeconomic factors affecting Japan's technology inflows and outflows: the postwar experience: In: Rosenberg, N. & Frischtak, C., ed. *International technology transfer*, New York, Praeger, p. 222-54.
- Pugel, T. A. *International market linkages and US manufacturing: prices, profits and patterns* Cambridge, Mass., Ballinger, 1978.
- SAS Institute. *SAS user's guide: statistics*, Cary, N. C. SAS Institute, 1982.
- Scherer, F. M. Market structure and the employment of scientists and engineers. *American Economic Review*, 57: 524-31, June 1967.
- Schumpeter, J. A. *Capitalism, socialism and democracy*, 3. ed. New York, Harper and Row, 1950.
- Scott, J. T. Firm versus industry variability in R&D intensity, In: Griliches, Z., ed. *R&D, patents and productivity*. Chicago, University of Chicago for National Bureau of Economics and Research, p. 233-48, 1984.
- Siddharthan, N. S. In-house R&D, imported technology and firm size: lessons from Indian experience. *The developing economies*, 26: 212-21, Sept. 1988.

- Teitel, S. Technology creation in semi-industrial countries, *Journal of Development Economics*, 16: 39-61, Sept. 1984.
- Willmore, L. N. Controle estrangeiro e concentração na indústria Brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 17: 161-89, Apr. 1987.
- Zimmermann, K. F. Trade and dynamic efficiency, *Kyklos*, 40: 73-87, 1987.