

S
UFRJ/IE
TD386

ns206672

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

*Intensidade em pesquisa e desenvolvimento
e tamanho da firma: uma análise
exploratória do caso Brasileiro.*

nº 386

Marcelo Resende
Lia Hasenclever

Textos para Discussão

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA

*Intensidade em Pesquisa e Desenvolvimento e Tamanho da Firma:
uma Análise Exploratória do Caso Brasileiro¹*

nº 386

Marcelo Resende (IE/UFRJ)
Lia Hasenclever (IE/UFRJ)



43 - 016842

Fevereiro de 1997

¹ Os autores agradecem ao Professor Roberto Sbragia da USP pela colaboração, ao seu aluno de doutorado Tales Andreassi pela operação das estatísticas e leitura atenciosa do texto e à ANPEI pela cessão dos dados disponíveis no projeto "Base de Dados Indicadores Empresariais de Capacitação Tecnológica", financiado pela FINEP e pelo SEBRAE.

Diretor Geral: Prof. Carlos Lessa
 Diretor Adj. de Graduação: Profª. Maria Lúcia Verneck
 Diretor Adj. de Pós-graduação: Prof. Carlos A. de Medeiros
 Diretor Adj. de Pesquisa: Prof. José E. Cassiolato
 Diretor Adj. Administrativo: Prof. Adilson de Oliveira
 Coordenador de Publicações: Prof. David Kupfer
 Projeto gráfico: Ana Lucia Ribeiro
 Editoração: Jorge Amaro
 Geórgia Britto
 Revisão: Janaina Medeiros
 Secretária: Joseane de O. Cunha
 Impressão: Paulo Wilson de Novais
 Olávio da Silva Inacio

adm 209291 UFRJ/CCJE/BIBLIOTECA EUGÊNIO GUDIN S
 UFRJ/IE
 Ficha catalográfica DATA: 2 1 12 197
 REGISTRO N.º 502575-3 TD 386
 MS 90 6672

RESENDE, Marcelo

Intensidade em pesquisa e desenvolvimento e tamanho da firma: uma análise exploratória do caso brasileiro. Marcelo resende; Lia Hasenclever. - Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1997.

28 p.; 21cm. - (Texto para Discussão. IE/UFRJ; n° 386).

Bibliografia. 25-26 p.

1. Pesquisa e desenvolvimento. 2. Empresas - financiamento.
 I. HASENCLEVER, lia. II. Título. III. Série.

O Programa Editorial do IE/UFRJ (sucessor dos Programas Editoriais do IEI e da FEA/UFRJ), através das séries "TEXTOS PARA DISCUSSÃO", "TEXTOS DIDÁTICOS" e "DOCUMENTOS", publica artigos, ensaios, material de apoio aos cursos de graduação e pós-graduação e resultados de pesquisas produzidos por seu corpo docente.

Essas publicações, assim como mais informações, encontram-se disponíveis na livreria do Instituto de Economia, Av. Pasteur, 250 sala 4 (1º andar)-Praia Vermelha-CEP: 22290-240/C.P. 56028-Telefone: 295-1447, ramal 224; Fax 541-8148, A/c Sra. Joseane de O. Cunha

Índice

	3
1 - Introdução	7
2 - Testes da Transformação do Ranking: uma Digressão	11
3 - Características das Variáveis, dos Setores Selecionados e da Base de Dados	13
4 - A Relação entre Intensidade de P&D e Tamanho da Firma	20
5 - Considerações Finais	24
Notas	25
Bibliografia	26

Sumário: *O objetivo deste estudo é fazer uma análise exploratória da relação entre intensidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e tamanho da empresa para um conjunto de empresas brasileiras nos anos de 1993 e 1994, bem como para os setores industriais mais representativos deste conjunto, utilizando-se a metodologia de transformação do ranking proposta por Holmes et al (1991). Os resultados são compatíveis com aqueles encontrados para as empresas americanas no ano de 1985, sugerindo que a intensidade de P&D seja negativamente correlacionada com o tamanho da firma. Já para a análise dos setores selecionados verificaram-se algumas diferenças que podem ser atribuídas às distintas metodologias de segmentação da indústria utilizadas ou às características estruturais específicas destes setores industriais brasileiros.*

Palavras-chaves: pesquisa e desenvolvimento, tamanho da firma.

Abstract: *The purpose of the present paper is to undertake an exploratory analysis of the relationship between research and development (R&D) intensity and firm size for a group of Brazilian firms for the years of 1993 and 1994, and also for the most representative industrial sectors. In this sense, we make use of the rank transform methodology as applied by Holmes et. al (1991). The results are compatible with the ones obtained for American firms for 1985, suggesting that there is a negative relationship between R&D intensity and firm size. From the sectoral analysis, some differences were verified, such contrasts are attributable to distinct methodologies of industry stratification or to specific structural characteristics of those industrial sectors in Brazil.*

Key words: research and development, firm size.

1 - INTRODUÇÃO

Schumpeter (1942) registrou sua impressão acerca das diferenças qualitativas entre as atividades inovativas das pequenas firmas empreendedoras e aquelas realizadas pelas modernas corporações nos laboratórios formais de P&D, sugerindo a influência da forma organizacional sobre a propensão à inovação. A partir desta problematização de Schumpeter, a relação entre atividade inovativa e tamanho da firma ou estrutura de mercado vem sendo objeto de intensa atenção dos economistas.

De modo geral, os estudos empíricos de tradição schumpeteriana interpretaram o argumento de Schumpeter como uma proposição de existência de uma relação contínua e positiva entre empresas maiores ou estruturas de mercado mais concentradas e inovação. O tamanho das empresas ou a estrutura de mercado, em que pese o caráter aproximativo, foram considerados como representações da variável forma organizacional.

Várias hipóteses foram utilizadas nos estudos empíricos para justificar esta proposição do efeito positivo do tamanho da empresa ou do grau de concentração do mercado na atividade inovativa, entre as quais destacam-se:

i) as imperfeições do mercado de capitais conferem vantagens para as grandes empresas por permitirem a estas acesso privilegiado a financiamentos para os projetos de P&D. Outrossim, o maior tamanho da firma pode viabilizar o financiamento daqueles a partir de recursos próprios;

ii) existem economias de escala na tecnologia de P&D, decorrentes da indivisibilidade de alguns equipamentos de laboratório. Um exemplo comumente citado nesse caso refere-se a espectômetros de massa;

iii) os retornos sobre P&D são mais altos quando o inovador pode dividir os custos fixos da inovação por um volume maior de vendas;

iv) a atividade de P&D é mais produtiva nas grandes firmas devido à complementaridade de outros ativos tais como marketing e produção, conforme sugerido por Kay (1988);

v) as firmas maiores e mais diversificadas estão melhores posicionadas para explorar os resultados incertos das atividades de P&D, principalmente da pesquisa básica, em suas várias unidades de negócio, conforme propôs Nelson (1959).

Os contra argumentos mais utilizados para negar a existência da mesma hipótese, por sua vez, referem-se às deseconomias de escala a que a empresa estaria sujeita, provocadas, entre outros fatores, por perda de controle gerencial e, decorrentemente, redução da eficiência das atividades de P&D, bem como pela perda de incentivo ao espírito empreendedor, responsável pela habilidade em capturar benefícios de seus esforços, em função do aumento da burocratização dessas atividades.

Apesar da literatura empírica correspondente ser bastante ampla, os resultados são relativamente inconclusivos e divergentes (não consensuais). Na leitura das resenhas feitas sobre o assunto foi possível identificar três categorias de resultados [Ver Kamien & Schwartz (1982) e Cohen & Levin (1989) para resenhas abrangentes]. Na primeira observou-se que a intensidade de P&D (medida pela despesa em P&D por tamanho da firma, usualmente medido por vendas) cresce fracamente com o tamanho da firma. Na segunda categoria, observou-se que a relação entre estas variáveis é mais sutil. A atividade inovativa cresce mais do que proporcionalmente com o tamanho da empresa até um certo limite, a partir do qual a relação pode ser fracamente negativa ou não existir. Por fim a terceira categoria de resultados aponta para evi-

dência positiva da relação apenas para alguns setores industriais, como é o caso da indústria química nos estudos de Mansfield (1964) & Grabowski (1968).

Alguns fatores podem ser arrolados para uma melhor compreensão da discrepância observada nos diferentes estudos empíricos, merecendo destaque em particular:

i) a forma funcional apropriada é controversa [Ver Link, Seaks & Woodbery (1988)];

ii) a não-normalidade dos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que por definição não assumem valores negativos, requer abordagens alternativas, quer pelo emprego de transformações apropriadas ou pelo uso de metodologias que sejam robustas a desvios em relação à distribuição normal [Ver Holmes, Hutton e Weber (1991)];

iii) gastos em P&D representam uma das facetas da atividade inovativa de uma firma, de modo que a consideração de outras variáveis denotando o esforço tecnológico da firma seria em princípio desejável.

As duas primeiras considerações, acima mencionadas, particularmente mereceram atenção de Holmes et al (1991) que optaram pelo uso da metodologia da transformação do ranking que acomoda diferentes distribuições de probabilidade, e, portanto, reveste-se de conveniente flexibilidade para estudos relativos ao comportamento de P&D. A terceira consideração, contudo, tem sido negligenciada na literatura, que invariavelmente tem utilizado uma única alternativa para a medida de intensidade inovativa e tamanho da firma.

Outro ponto de interesse, refere-se à relevância de se considerar dados no nível setorial. Com efeito, tal procedimento permite enriquecer a interpretação dos resultados empíricos, haja visto que setores específicos possuem peculiaridades nos padrões de mudança técnica. Nesse sentido, Pavitt (1984) fornece uma relevante taxonomia a nível setorial.

Uma revisão da literatura brasileira recente identificou apenas um estudo empírico que testou a relação entre intensidade de P&D e o tamanho da firma. Trata-se do estudo de Matesco (1993) baseado nas estatísticas do Censo Industrial de 1985. Neste estudo a autora considerou dois tipos de determinações: o que afeta a decisão das empresas no tocante ao investimento em inovação tecnológica e as variáveis explicativas da intensidade deste investimento; fazendo uso, no primeiro caso, de um Modelo Logit e no segundo caso de um Modelo Linear segundo o método de mínimos quadrados ordinários.

Os principais resultados encontrados referem-se a significância das variáveis tamanho e estrutura industrial, ambas exibindo um coeficiente com sinal positivo, considerando-se o setor industrial como um todo. Todavia, vale ressaltar que as estimativas feitas para nove setores específicos apresentaram resultados variados conforme a especificidade do setor.

Acredita-se que a ausência de outros estudos possa ser explicada pelo fato de que as estatísticas brasileiras sobre gastos em P&D disponíveis até 1992 eram as mesmas recenseadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) em 1985. De fato, o novo censo previsto para 1990 não foi realizado, nem incluiu-se, desde 1985, pergunta alguma acerca das atividades de P&D nas empresas industriais na pesquisa industrial anual (PIA) feita pelo IBGE em todos os anos intercensitários para acompanhamento da estrutura e da evolução do setor industrial (grandes empresas).

A partir de 1995, entretanto, novos dados estão disponíveis para um painel de 400 e 630 empresas, respectivamente, para os anos base de 1993 e 1994. Esta iniciativa teve início em 1992, liderada pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (ANPEI), associação empresarial, e foi apoiada pelo Governo

Federal através do Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria (PACTII).

O objetivo do presente artigo é explorar a relação entre intensidade de P&D e tamanho da firma, para empresas industriais atuando no mercado brasileiro, através do uso da metodologia estatística retromencionada e da base de dados da ANPEI referentes aos anos base de 1993 e 1994. O trabalho está organizado da seguinte forma. A segunda seção descreve brevemente o teste a ser implementado. A terceira seção apresenta as variáveis a serem consideradas, a base de dados utilizada e as características específicas dos setores de atividade selecionados. A quarta seção apresenta e discute os resultados empíricos obtidos. Finalmente, a quinta seção traz comentários finais e direções para pesquisas futuras.

2 - TESTES DA TRANSFORMAÇÃO DO RANKING: UMA DIGRESSÃO

A abordagem mais utilizada para sobrepor a dificuldade associada à eventual não-normalidade da variável dependente em um modelo de regressão, consiste no uso de transformações que garantam tal distribuição [como, por exemplo, adotar a transformação logarítmica no caso da hipótese de lognormalidade ser apropriada]. Um procedimento alternativo, refere-se à utilização de métodos livres de distribuição baseados em transformações do ranking das variáveis originais. Tal alternativa foi proposta por exemplo por Iman & Conover (1979) e Conover & Iman (1981), cuja aplicação pioneira no contexto do estudo da relação intensidade de P&D e tamanho da firma foi proposta por Holmes et al (1991) para diversos setores industriais da economia americana.

O teste em questão, pode ser visto como uma ponte entre uma análise paramétrica e não paramétrica. Com efei-

to, considera-se um teste F usual baseado numa regressão na qual considera-se o ranking das variáveis originais, ou seja, utiliza-se o seguinte modelo de regressão:

$$R(Y) = \beta_1 + \beta_2 R(X) + \varepsilon \quad (1)$$

Esse, é claro, corresponde ao exemplo mais simples de uma regressão bivariada a partir do qual o teste F tradicional se equivaleria ao quadrado de uma estatística t . No caso mais geral de uma regressão múltipla, ter-se-ia o teste F usual conforme a expressão abaixo (só que aplicada às variáveis transformadas):

$$F_{q, N-k} = [(ESS_R - ESS_{UR})/q]/[ESS_{UR}/(N-k)] \quad (2)$$

onde ESS_R e ESS_{UR} denotam a soma dos quadrados dos resíduos nos casos restritos e irrestritos, respectivamente.

Prima facie, poder-se-ia questionar a aplicação desse tipo de teste no contexto de um modelo de regressão simples conforme fizeram Holmes et al (1991). Todavia a motivação daquele estudo e do presente trabalho não é a construção de um modelo empírico detalhado dos determinantes da intensidade de inovação, mas a análise exploratória da relação entre intensidade da atividade inovativa e tamanho da firma, com vistas a identificar eventuais fatos estilizados para um subconjunto de setores industriais da economia brasileira.

A opção pelo procedimento retromencionado, baseia-se na flexibilidade. De fato, Conover & Iman (1982) e Olejnik & Algina (1985) realizaram estudos de Monte Carlo que eviden-

ciaram que a referida estatística & possui elevado poder para pequenas amostras mesmo quando a distribuição dos erros difere marcadamente do caso normal. Assim sendo, tal propriedade de robustez reveste-se de particular interesse no presente estudo, tendo em vista as características de nossa amostra e seu tamanho, apresentados na seção abaixo.

3 - CARACTERÍSTICAS DAS VARIÁVEIS, DOS SETORES SELECIONADOS E DA BASE DE DADOS

As definições utilizadas para testar a hipótese dos estudos empíricos de tradição schumpeteriana com relação às variáveis tamanho da firma e intensidade da atividade inovativa são bastante vagas e conduzem a uma série de interpretações. Segundo Cohen & Levin (1989), não existe nenhuma medida de inovação que permita comparações adequadas entre empresas ou setores industriais. É difícil medir o novo conhecimento e a sua contribuição para o progresso. Apesar destas dificuldades várias medidas foram utilizadas nos estudos empíricos.

As medidas referentes à atividade inovativa foram classificadas como medidas de *output* e de *input*. As primeiras pretendem medir os resultados do processo inovativo e são bastante escassas e dispersas as fontes disponíveis para representá-las. A contagem das patentes depositadas e solicitadas nos bancos de patente tem sido a estatística mais frequentemente usada como uma representação do resultado inovativo, sendo uma medida de estoque. A maior dificuldade de se obter este dado por setor industrial diz respeito ao critério de classificação adotado pela Organização Mundial de Propriedade Industrial (OMPI) que é distinto da classificação *Standard Industrial Classification* (SIC).

Entretanto, na maioria dos estudos relativos aos efeitos do tamanho da firma ou da estrutura do mercado sobre a

inovação recorre-se a medidas de *input*, isto é, recursos utilizados no processo inovativo. Entre as formas mais comuns de representação dos recursos, encontram-se os gastos (dispêndios) em P&D e o pessoal alocado em P&D. Estas medidas representam o fluxo corrente de recursos destinados à geração da inovação, mas também apresentam alguns problemas.

Por exemplo, se considerarmos o pessoal alocado em P&D estaremos subestimando o esforço inovativo pelo fato da representação excluir a contribuição dos fluxos de serviços de equipamentos de pesquisa e materiais de laboratório para o processo inovativo. Por outro lado, os gastos em P&D incluem despesas correntes (pagamentos de salários e materiais) e gastos com capital (equipamentos de laboratório e obras de instalação) que deveriam ser incorporados ao fluxo de investimentos; entretanto, como esta incorporação não é possível de acordo com as normas contábeis vigentes, acaba-se subestimando no tempo a contribuição dos gastos com capital para o processo inovativo.² Além dos erros de interpretação das definições utilizadas nos manuais de procedimentos financeiros, as definições mais rigorosas das atividades de P&D, baseadas nos procedimentos sugeridos pelo Manual Frascati, elaborado especialmente para aumentar o rigor das definições, e utilizadas na maioria das pesquisas oficiais (como é o caso do pesquisa feito pela *National Science Foundation*), estão sujeitas a interpretações errôneas por parte dos informantes que estão mais familiarizados com as regras e normas existentes para apresentação de relatórios financeiros (Lei das Sociedades Anônimas, no caso brasileiro).

Um outro problema é que estas medidas de fluxo restringem as atividades formais de P&D executadas nas empresas, não considerando os possíveis efeitos dos processos de aprendizado, principalmente nas firmas mais novas e me-

² A norma vigente contabiliza os dispêndios com P&D como despesas correntes e não como ativo diferido.

nores onde aspectos organizativos são menos formalizados [a respeito dos novos padrões de inovação e respectivos problemas de medida ver Cassiolato (1996)].

Para medir tamanho da firma tem-se utilizado alternativamente o volume de vendas (faturamento bruto), valor dos ativos, ou número de empregados alocados nas atividades de P&D.

Neste estudo optou-se pela utilização de dois grupos de medidas alternativas para intensidade de P&D e tamanho da empresa, respectivamente:

i) gastos de P&D por faturamento bruto, e faturamento bruto; e

ii) número de funcionários alocados à atividades de P&D por número total de funcionários e número total de funcionários.

O primeiro grupo de medidas foi empregado por Holmes et al (1991) e o segundo grupo foi introduzido neste estudo para verificar se havia algum efeito diferenciado quando se utilizava variáveis monetárias ou não monetárias. Apesar das variáveis monetárias estarem expressas em dólares, poder-se-ia esperar alguma sensibilidade do teste relativa à variação dos preços relativos. Um outro aspecto interessante ao se utilizar variáveis não monetárias era verificar diferentes resultados decorrentes da forma de representação utilizada, além de observar se havia diferenças significativas em termos das políticas das empresas em relação aos gastos em P&D e à alocação de funcionários em P&D.

Dados referentes a 159 e 161 firmas foram respectivamente obtidos para os anos de 1993 e 1994, para ambas as variáveis, nas formas monetária e física. Para tanto faz-se uso da base de dados "Indicadores Empresariais de Capacitação Tecnológica" (ANPEI, 1995 a, b). O critério para selecionar estas empresas foi considerar apenas aquelas que responderam à pesquisa nos dois anos base considerados. É

importante destacar que esta base de dados não é amostral, ou seja, inclui apenas empresas que aderiram à base.

A principal variável de interesse é a intensidade de P&D medida pelo índice da atividade inovativa (gastos em P&D por faturamento bruto - Pdfat - e número de funcionários alocados em P&D por número total de funcionários na empresa - Pdfun).

A tabela 1 abaixo apresenta algumas estatísticas descritivas com respeito à intensidade de P&D entre as 159 firmas no ano base de 1993, comparando os resultados das formas monetária e física para todas as firmas. A intensidade de P&D não varia segundo a forma adotada para os valores mínimos (0% para ambas as formas), variando bastante em seu valor máximo (43% para P&D por faturamento bruto e 100% para número de funcionários alocados em P&D por número de funcionários na empresa). Existe também uma diferença entre as intensidades médias de P&D: 3% e 6%, concluindo-se por uma maior intensidade das atividades de P&D medida sob a forma física. Entretanto, comparando-se estes resultados com aqueles obtidos por Holmes et al (1991), observa-se que as empresas da amostra brasileira no ano base de 1993 são bastante menos intensivas em P&D na média do que as empresas da amostra americana no ano base de 1985 (3% contra 4,7%, respectivamente). Estes resultados são ratificados por recente trabalho realizado por Sbragia & Kruglianskas (1996) comparando cerca de 240 empresas brasileiras com 200 empresas americanas (0,98% contra 3,6% respectivamente).

Ainda na mesma tabela 1, ordenando o conjunto de dados por tamanho de firma, do menor (porte 1) para o maior (porte 5), e dividindo os dados ordenados em 5 intervalos, observa-se que o nível médio de intensidade de P&D sob a forma monetária (quinta coluna da referida tabela) é mais alto para as firmas de porte 1, reduzindo-se gradativamente para as firmas de maior porte. Holmes et al (1991) também verificaram que o nível médio de P&D é

maior entre as firmas pequenas do que entre as firmas grandes.

Tabela 1
Intensidade de P&D. Estatísticas Descritivas. 1993

	Porcentagem							
	Mínimo		Máximo		Média		Desvio Padrão	
	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun
Todas as Firmas(159*)	0	0	43	100	3	6	5	13
Porte 1 (7*)	0	-	43	-	14	-	14	-
Porte 2 (20*)	0	-	18	-	5	-	5	-
Porte 3 (51*)	0	-	26	-	2	-	4	-
Porte 4 (72*)	0	-	24	-	1	-	4	-
Porte 5 (9*)	0	-	1	-	0	-	1	-

(*) indica o número de firmas por porte ordenadas das de menor porte (porte 1) para as de maior porte (porte 5)

(-) não calculado

A tabela 2 abaixo resume as estatísticas com respeito à intensidade de P&D entre as 161 firmas no ano de 1994, para as formas não-monetária e monetária. Para 1994, uma vez mais os dois grupos de medidas possuem intensidade idêntica no que concerne ao valor mínimo observado; outrossim observa-se um contraste ainda mais acentuado no que tange aos valores máximos (27% para P&D por faturamento bruto e 100% para a medida física de intensidade). A comparação entre valores médios ratifica o referido contraste, obtendo-se, respectivamente, os valores de 2% e 4% para as duas medidas alternativas de intensidade de P&D.

Pode-se dizer que o ano de 1994 não apresentou mudanças dramáticas vis-à-vis o ano de 1993, em particular o esforço tecnológico, conforme medido pela intensidade de P&D, mostra-se bastante reduzido em comparação com economias mais maduras.

Tabela 2
Intensidade de P&D. Estatísticas Descritivas. 1994

	Porcentagem							
	Mínimo		Máximo		Média		Desvio Padrão	
	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun
Todas as Firms(161*)	0	0	27	100	2	4	4	10
Porte 1 (5*)	0	-	27	-	7	-	11	-
Porte 2 (21*)	0	-	24	-	4	-	6	-
Porte 3 (51*)	0	-	18	-	2	-	3	-
Porte 4 (73*)	0	-	18	-	1	-	2	-
Porte 5 (11*)	0	-	1	-	0	-	1	-

(*) indica o número de firmas por porte ordenadas das de menor porte (porte 1) para as de maior porte (porte 5).

(-) não calculado

As tabelas 3 e 4 abaixo exibem as estatísticas descritivas dos setores selecionados relativas à intensidade de P&D. Foram selecionados os quatro setores de dois dígitos da SIC com doze ou mais empresas nos anos de 1993 e 1994. Estes setores são o químico, máquinas industriais, equipamentos eletrônicos e equipamento de transportes por ordem decrescente de frequência do número de empresas.

Segundo Pavitt, o setor químico e o setor eletrônico são baseados em ciência e a principal fonte de tecnologia são as atividades de P&D das firmas nestes setores, apoiadas no rápido desenvolvimento das ciências subjacentes localizadas nas universidades e centros de pesquisa. O grupo de firmas que segue este padrão são altamente intensivas em P&D devido às maiores oportunidades tecnológicas e à apropriabilidade da tecnologia. Já no setor de equipamentos de transporte, denominado por Pavitt de intensivo em escala, as condições de operação são exatas e dependentes do desempenho dos equipamentos e da habilidade em operá-los. Os conhecimentos tácitos são muito importantes para especificar ou projetar novos equipamentos. E por fim o setor de máquinas industriais pertence ao padrão fornecedor especializado, e é mais orientado para a produção de produtos especializados, incorporados à maquinaria, e que serão consumidos por outros setores.

Tabela 3
Intensidade de P&D. Estatísticas Descritivas Setores Selecionados. 1993

	Porcentagem							
	Mínimo		Máximo		Média		Desvio Padrão	
	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun
Todas as Firms (159*)	0	0	43	100	3	6	5	13
Químico (34*)	0	0	12	12	2	3	2	2
Maq. Indust. (22*)	0	0	17	19	4	5	4	5
Equip. Eletr. (19*)	0	0	26	52	4	9	7	13
Equip. Transp. (15*)	0	0	15	35	2	4	4	9

(*) indica o número de firmas por porte ordenadas das de menor porte (porte 1) para as de maior porte (porte 5).

Tabela 4
Intensidade de P&D. Estatísticas Descritivas Setores Selecionados. 1994

	Porcentagem							
	Mínimo		Máximo		Média		Desvio Padrão	
	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun	Pdfat	Pdfun
Todas as Firms (161*)	0	0	27	100	2	4	4	10
Químico (34*)	0	0	08	16	1	3	2	3
Maq. Indust. (21*)	0	0	24	41	4	5	6	9
Equip. Eletr. (16*)	0	0	12	29	3	7	3	9
Equip. Transp. (12*)	0	0	18	53	3	7	5	15

(*) indica o número de firmas por porte ordenadas das de menor porte (porte 1) para as de maior porte (porte 5).

A queda de intensidade de P&D verificada na média para todas as firmas (através das duas formas de medida) no ano de 1994 não foi observada para o setor equipamentos de transporte (aumentou a intensidade) e para o setor de máquinas industriais (manteve-se inalterada). No ano de 1993, os setores máquinas industriais e equipamentos eletrônicos são os mais intensivos em P&D, considerando-se a estatística da média. Esta intensidade é maior medida pela forma física. No ano de 1994 apenas o setor químico é menos intensivo em P&D do que a média do conjunto de empresas consideradas.

4 - A RELAÇÃO ENTRE INTENSIDADE DE P&D E TAMANHO DA FIRMA

Na presente seção apresenta-se os resultados do teste *F* para as transformações do ranking, conforme aplicados ao estudo da relação entre a intensidade da atividade de inovação e o tamanho da firma. Para essas duas variáveis, dois grupos de medidas alternativas são consideradas, conforme descrito na seção anterior.

A primeira hipótese a ser analisada neste estudo é que a natureza da relação entre intensidade de P&D e tamanho da firma é a mesma para todas as firmas das amostras consideradas nos anos de 1993 e 1994. Um teste *F* de transformação do ranking da hipótese nula (a intensidade de P&D não varia sistematicamente com o tamanho da firma), para as firmas $j(93) = 1, \dots, 159$ e $j(94) = 1, \dots, 162$, envolve transformação dos dados originais relativos à intensidade de P&D (PDFAT) e tamanho (FATBRUT) em $R(\text{PDFAT})$ e $R(\text{FATBRUT})$, estimado pelo modelo descrito na seção 2 acima, e particularizado para o presente contexto a seguir:

$$R(\text{PDFAT}) = \beta_1 + \beta_2 R(\text{FATBRUT}) + \varepsilon \quad (3)$$

e um teste *F* rank de $H_0 : \beta_2 = 0$ contra $H_1 : \beta_2 \neq 0$. Como afirmado anteriormente, neste caso bivariado o teste *F* corresponde ao quadrado de uma estatística *t*.

Os resultados correspondentes a esses dois grupos de medidas encontram-se resumidos nas tabelas 5 e 6 que se seguem. Eles apontam para a existência de uma relação altamente significativa entre intensidade de P&D e tamanho da firma. Entretanto, tal associação é negativa. Adicionalmente, cumpre destacar que tal resultado se sustenta para as duas medidas alternativas das variáveis tanto para o ano de 1993 quanto para 1994.

Tabela 5
 Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho de Empresas²: 1993 e 1994

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal do Coeficiente
1993	56,753	1,157	0,000	-
1994	36,405	1,159	0,000	-

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir despesa em P&D por faturamento bruto;
 2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi faturamento bruto.

Tabela 6
 Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho da Empresas²: 1993 e 1994

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal do Coeficiente
1993	58,569	1,157	0,000	-
1994	35,707	1,159	0,000	-

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir n. de funcionários alocados em P&D pelo total de funcionários da empresa;
 2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi número de funcionários.

A segunda hipótese a ser analisada parte da existência de diferenças significativas entre as tecnologias de cada indústria, conforme a taxonomia de Pavitt descrita na seção 3. Desta forma, a relação entre intensidade de P&D e tamanho da firma, foi também examinada por cada um dos setores industriais de dois dígitos da classificação SIC mais representativos do conjunto de empresas considerado, estimando a equação (3) separadamente para cada setor industrial e testando $H_0 : \beta_2 = 0$ contra $H_1 : \beta_2 \neq 0$ para cada um, nos dois anos considerados.

Considere-se inicialmente a primeira definição de variáveis. Nesse caso, os resultados constantes nas tabelas 7 e 8, indicam resultados qualitativamente semelhantes nos dois diferentes anos, mas, por outro lado, evidenciam diferenças entre setores. Pode-se considerar a existência de uma associação significativa entre as variáveis de estudo para os setores químico, de máquinas industriais e de equipamentos eletrônicos. Contudo definitivamente não existe evidência de

relação estatisticamente significativa no caso do setor de equipamentos de transporte. Vale ressaltar, que nos primeiros três setores a relação é inversa, o que corrobora o resultado mencionado anteriormente para a totalidade das firmas.

Tabela 7
Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho de Empresas² nas Indústrias Selecionadas: 1993

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal
Químico	14,455	1,32	0,001	.
Maq. Indust.	10,170	1,20	0,005	.
Equip. Eletr.	3,701	1,17	0,071	.
Equip. Transp.	0,320	1,13	0,581	.

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir despesa em P&D por faturamento bruto;
2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi faturamento bruto.

Tabela 8
Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho de Empresas² nas Indústrias Selecionadas: 1994

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal
Químico	2,244	1,32	0,144	.
Maq. Indust.	5,862	1,19	0,026	.
Equip. Eletr.	3,972	1,14	0,066	.
Equip. Transp.	1,523	1,10	0,245	.

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir despesa em P&D por faturamento bruto;
2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi faturamento bruto.

Por fim, as tabelas 9 e 10 exibem os resultados referentes à segunda definição de variáveis para os dois anos em estudo. Uma vez mais podemos efetuar nossa análise pela inspeção dos vários valores da prova. Nesse caso as associações revelam-se mais fracas, observando-se relações significativas nos setores químico e de máquinas industriais no ano de 1993, e para os setores químico e de equipamentos eletrônicos no ano de 1994. Destarte tal diferença entre os dois anos, vale ressaltar que uma vez mais observa-se sem-

pre relação negativa entre intensidade de P&D e tamanho da firma em contraste com a interpretação usual da proposição de Schumpeter.

Tabela 9
Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho de Empresas² nas Indústrias Selecionadas: 1993

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal
Químico	3,773	1,32	0,061	.
Maq. Indust.	5,532	1,20	0,029	.
Equip. Eletr.	3,168	1,17	0,093	.
Equip. Transp.	0,663	1,13	0,430	.

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir número de funcionários alocados em P&D pelo total de funcionários da empresa;

2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi número de funcionários.

Tabela 10
Teste Rank F da Relação Intensidade de P&D¹ e Tamanho de Empresas² nas Indústrias Selecionadas: 1994

Ano	Rank F	Graus de Liberdade	Significância (p value)	Sinal
Químico	6,938	1,32	0,013	.
Maq. Indust.	1,942	1,19	0,180	.
Equip. Eletr.	3,564	1,14	0,800	.
Equip. Transp.	0,324	1,10	0,582	.

1.0 índice utilizado para intensidade de P&D foi dividir número de funcionários alocados em P&D pelo total de funcionários da empresa;

2.A medida utilizada para tamanho de empresa foi número de funcionários.

Os resultados anteriores podem ser comparados com aqueles obtidos por Holmes et al (1991) e cuja metodologia estatística adotou-se neste trabalho para os resultados monetários. Para a totalidade das firmas, sem segmentação por setores, a associação é negativa e altamente significativa. Estes resultados indicam que o tamanho das empresas considerado nas duas amostras não interferiu no resultado do teste, nem o número de empresas considerados em cada painel.

Já para a análise setorial não é possível fazer-se uma comparação direta com o estudo de Holmes et al (1991) em função do distinto critério de segmentação da indústria adotado, 2 e 4 dígitos respectivamente. Entretanto, ambos os resultados apresentam uma associação negativa, porém, com diferenças na significância. Para o setor equipamento de transporte embora a relação seja negativa é não significativa para ambos os estudos. Para o setor químico observa-se diferenças de significância. O estudo de Holmes encontrou uma relação positiva, mas não significativa em contraste com o presente estudo, onde observa-se uma relação negativa e bastante significativa.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi começar a preencher uma lacuna na literatura empírica em organização industrial brasileira no que tange à realização de estudos sobre empresas. Esta lacuna reflete em grande medida a não disponibilidade de dados sobre dispêndios em capacitação tecnológica por empresas. Neste sentido, fez-se um primeiro mapeamento descritivo da relação entre intensidade de P&D e tamanho da firma, utilizando-se a recém - criada base de dados da ANPEI.

Em que pesem os problemas de abrangência amostral, ainda por solucionar com o aprimoramento da base de dados, os resultados observados tanto para o conjunto das empresas quanto para os setores selecionados apontam, como principal fato estilizado, a associação negativa entre intensidade de P&D e tamanho da firma.

Um aspecto a ser observado em futuras pesquisas é que a variável tamanho é apenas uma das variáveis que influenciam o gasto em P&D, devendo ser consideradas outras variáveis sugeridas na literatura. A construção de um

modelo empírico detalhado dos determinantes da intensidade de P&D estava além do escopo do presente trabalho. Da mesma forma a consideração de outras medidas do esforço inovativo, como aquelas relativas a *output* (por exemplo, patentes), mereceriam ser pesquisadas.

Outra abordagem alternativa refere-se à consideração de fatores não observáveis na determinação da intensidade de P&D. Com efeito, Cohen & Klepper (1992) consideraram um modelo probabilístico binomial, no qual aspectos de incerteza (não observáveis) são considerados. As implicações empíricas de tal modelo são, então, comparadas com os dados observados para diferentes setores da economia americana. Seria interessante a realização de estudos semelhantes para o Brasil, para setores com um número suficiente de empresas.

Existe, portanto, amplo espaço para futuras pesquisas que abordem a questão da intensidade em P&D no Brasil. O presente trabalho deve servir de motivação para futuros desdobramentos, utilizando da mesma forma dados no nível de empresa e aproveitando o aprimoramento estatístico gradativo da base de dados da ANPEI.

BIBLIOGRAFIA

- ANPEI (1995a). "Indicadores Empresariais de Capacitação Tecnológica" (Ano Base 1993), São Paulo.
- ANPEI (1995b). "Indicadores Empresariais de Capacitação Tecnológica" (Ano Base 1994), São Paulo.
- CASSIOLATO, J. E. (1996). "Innovation and the Dynamic Competitiveness of Brazilian Industry: the Role of Technology Imports and Local Capabilities". Rio de Janeiro: UFRJ, Texto para Discussão IE, nº 366.

- COHEN, W. M.; KLEPPER, S. (1992). "The Anatomy of Industry R&D Intensity Distributions. *American Economic Review*, nº 82, pp.773-799.
- COHEN, W. M.; LEVIN, R.C. (1989). "Empirical Studies of Innovation and Market Structure". In Schmalensee, R. e Willig, R.D. (eds.). *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam: North-Holland, pp. 1059 - 1107.
- COHEN, W. M.; LEVIN, R. C. (1987), "Firm Size and R&D Intensity: A Re-examination". *Journal of Industrial Economics*, nº 35, 543-563.
- CONOVER, W. J.; IMAN, R. L. (1981), "Rank Transformations as a Bridge Between Parametric and Nonparametric Statistics", *American Statistician*, nº 35, pp.124-133.
- CONOVER, W. J.; IMAN, R. L. (1982), "Analysis of Covariance Using Rank Transformation". *Biometrics*, nº 38, pp. 715-724.
- GRABOWSKI, H. G. (1968). "The Determinants of Industrial Research and Development: A Study of the Chemical, Drug and Petroleum Industries". *Journal of Political Economy*, nº 76, pp. 292-306.
- HOLMES, J. M., HUTTON, P. A.; WEBER, E. (1991). "A Functional-Form-Free Test of the Research and Development/Firm Size Relationship". *Journal of Business & Economics Statistics*, nº 9, pp. 85-90.
- IMAN, R. L.; CONOVER, W. J. (1979). "The Use of the Rank Transformation in Regression". *Technometrics*, nº 21, pp.499-509.
- KAMIEN, M. L.; SCHWARTZ, N. L. (1982). "Empirical Studies of the Schumpeterian Hypotheses". *Market Structure and Innovation*, Cambridge University Press, pp.49-104.
- KAY, N. M. (1988). "The R&D Function: Corporate Strategy and Structure". In Dosi, G. et al. (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers.
- LINK, A. N., SEAKS, T. G. e WOODBERY, S. R. (1988). "Firm Size and R&D Spending: Testing for Functional Forms". *Southern Economic Journal*, nº 54, pp.1027-1032.

- MANSFIELD, E. (1964). "Industrial Research and Development Expenditures: Determinants, Prospects, and Relation of Size of Firm and Inventive Output". *Journal of Political Economy*, nº 72, pp. 319-340.
- MATESCO, V. R. (1993). *Inovação Tecnológica das Empresas Brasileiras: A Diferenciação Competitiva e a Motivação para Inovar*. Rio de Janeiro: IEI/UFRJ.
- NELSON, R. R. (1959). "The Simple Economics of Basic Scientific Research". *Journal of Political Economy*, nº 67, pp. 297-306.
- OECD. *Manual Frascati*, edição espanhola.
- OLEJNIK, S. F.; ALGINA, J. (1985). "A Review of Nonparametric Alternative to Analysis of Covariance". *Evaluation Review*, nº 9, pp.51-83.
- PAVITT, K. (1984). "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory". *Research Policy*, nº 13, pp. 343-373.
- SBRAGIA, R.; KRUGLIANSKAS, I. (1996). "R&D at the Firm Level: a Comparative Analysis between ANPEI (Brazil) and IRI (United States)". In: *V International Conference on Management of Technology*, Miami, Março.
- SCHUMPETER, J. A. (1942). *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984, xxx.

ÚLTIMAS PUBLICAÇÕES

385. FAGUNDES, Jorge Luis Sarabanda da Silva. Regulação dos Serviços de Telecomunicações: Transformações Internacionais. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1997. (60 pág.)
384. PAULA, Luiz Fernando Rodrigues de. Características, mudanças estruturais e desempenho do sistema bancário privado no Brasil em alta inflação. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (51 pág.)
383. YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. Industrial pollution and export-oriented policies in Brazil. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (28 pág.)
382. ALVEAL CONTRERAS, Edelmira Del Carmen. A cooperação inter-firmas na indústria petrolífera mundial. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (33 pág.)
381. MACHADO, João Bosco Mesquita. Dilemas da consolidação de uma união aduaneiras: articulações interna e externa no processo de integração do MERCOSUL. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (32 pág.)
380. CARVALHO, Fernando José Cardim de. Financial inovation and the post keynesian approach to "the process of capital formation". Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (40 pág.)
379. STUDART, Rogerio. Financial policies, growth and distribution: theory and lessons from Latin America and some Asian economies. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (37 pág.)
378. OREIRO, José Luís. Crescimento, Distribuição e desemprego na Economia Clássica e neo-Keynesiana. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (41 pág.)
377. OLIVEIRA, Adilson de; ALMEIDA, Edmar de; LOSEKANN, Luciano Dias. Energy as determinant of climate measures: the case of Brazil. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (55 pág.)
376. SALM, C. SABOIA, João. CARVALHO, P. G. M. de. Produtividade na Indústria Brasileira - Uma Contribuição ao Debate. IEI/UFRJ. Rio de Janeiro, 1996. (32 pág.)
375. SICSÚ, João. Financiamento do investimento em P&D, risco e seguro: uma abordagem não convencional. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1996. (32 pág.)

ESTE PERIODICO DEVE SER DEVOLVIDO
NA ÚLTIMA DATA CARIABADA

ATENÇÃO
Este livro é devolvido na Biblioteca