

P&D e Faturamento de Empresas Residentes em Incubadoras de Base Tecnológica: Uma Análise Introdutória¹

Eduardo Gonçalves

Mestre em economia pelo Centro de Planejamento e Desenvolvimento Regional (CEDEPLAR), da Universidade Federal de Minas Gerais, e professor da Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Resumo

Faz uma análise exploratória do relacionamento entre gastos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e faturamento de empresas de base tecnológica, a partir de dados coletados em algumas incubadoras de empresas brasileiras. Considerando que as empresas de base tecnológica compõem os setores intensivos em ciência avançada e tecnologia como eletrônica, informática, novos materiais, mecânica de precisão, equipamentos militares e espaciais, biotecnologia e química fina, procura identificar o padrão de relação entre P&D e faturamento específico das empresas de incubadoras, uma vez que estas são consideradas intensivas em P&D. Traz estatísticas descritivas que apresentam a base de dados, revelando a distribuição setorial e a intensidade de P&D das empresas, medido pelas razões entre P&D e faturamento e P&D e empregados. Utiliza, a seguir, um modelo econométrico com a forma funcional “double-log” para estimar a elasticidade dos gastos de P&D em relação ao faturamento das empresas de base tecnológica.

Palavras-chave

P&D; Faturamento; Empresas de Base Tecnológica; Incubadoras Brasileiras; Brasil.

¹ Esta é uma versão modificada e ampliada de um trabalho que foi inicialmente apresentado no XXXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional.

1 - INTRODUÇÃO

As empresas de base tecnológica geram produtos e processos inovadores que incorporam conhecimento científico e tecnológico como principal insumo de produção. As empresas que mais satisfazem tais características estão vinculadas aos seguintes setores: eletrônica, informática, novos materiais, mecânica de precisão, equipamentos militares e espaciais, biotecnologia e química fina. Assim, possuem como principais características: i) constante interação com os institutos de ensino e pesquisa, pela qual ocorre fluxo de informações e compartilhamento de recursos humanos e materiais (ex. equipamentos de laboratórios); ii) presença de recursos humanos altamente qualificados (doutores, mestres, pessoas com escolaridade superior) na criação ou constituição da empresa ou no aperfeiçoamento e desenvolvimento dos produtos/processos; e iii) elevada intensidade de P&D (gastos em P&D em relação ao total de vendas da empresa).

As formas de surgimento e aglomeração desse tipo de empresa recebem diferentes nomes, de acordo com suas características como pólos e parques tecnológicos, tecnópoles e incubadoras de empresas de base tecnológica. As incubadoras, mecanismo institucional de apoio à criação e desenvolvimento das empresas abordado neste trabalho, constituem um espaço físico ou núcleo de infra-estrutura técnica e operacional que abriga empreendedores por determinado tempo, facilitando a transposição de barreiras administrativas, mercadológicas e técnicas de empresas nascentes ou que se transferem para a incubadora (MEDEIROS, 1996; MEDEIROS & ATAS, 1995). Além do espaço físico, BAÊTA (1999) destaca os seguintes serviços oferecidos pelas incubadoras: serviços de escritório, aconselhamento e orientação na elaboração do plano de negócios, identificação de parceiros competentes, apoio na busca de financiamento, acesso a laboratórios e informações científico-tecnológicas, participação em cursos de atualização e treinamento e participação em feiras e congressos.

Além de ser o *habitat* “de inovação” mais comum nas cidades brasileiras, as incubadoras tecnológicas são iniciativas recentes, cujo número cresceu intensamente a partir de 1997. Naquele ano, a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (ANPROTEC) registrava 60 incubadoras. Destas, 72% eram de base tecnológica, 18% tradicionais e 10% mistas.² Em 1998, do total de 74 incubadoras, 70% eram de base tecnológica, 20% tradicionais e 10% mistas. Em relação ao setor de atuação das 614 empresas (geradoras de 2.765 empregos), 33% eram do setor de software, 17% de serviços especializados, 14% de eletro-eletrônica, 8% de mecânica/automação, 6% de química/farmacêutica, 3% de biotecnologia e 19% de outros setores (na sua maior parte tradicionais).³

Em 1999, registravam-se 100 incubadoras no Brasil. Destas, 55 situavam-se no Sudeste, 29 no Sul, 13 no Nordeste, 2 no Norte e 1 no Centro-Oeste. Existiam 64 incubadoras de base tecnológica, 22 tradicionais e 14 mistas. A distribuição setorial era a seguinte: 32,5% das 800 empresas existentes, que geravam 4.000 empregos, pertenciam ao setor de software, 14,5% ao de eletro-eletrônica; 9,4% ao de mecânica/automação; 9,1% ao de serviços especializados; 7,7% ao de química/farmacêutico; 3,3% ao de biotecnologia; e 23,5% a outros setores (em sua maioria tradicionais).

Com base nestas informações, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise, de caráter exploratório e introdutório, sobre o esforço ino-

² Esta classificação baseia-se no tipo de empresa que é abrigada na incubadora. Logo, as empresas de base tecnológica só recebem empresas vinculadas às novas tecnologias. Nas incubadoras tradicionais só existem empresas de ramos tradicionais como confecções, couro etc. Nas incubadoras mistas há empresas de base tecnológica e do setor tradicional.

³ Estas informações da ANPROTEC estão disponíveis apenas para o conjunto de empresas incubadas, ou seja, a distribuição setorial refere-se às empresas de base tecnológica e às empresas tradicionais também (<http://www.anprotec.org.br>).

vativo das empresas de base tecnológica, destacando algumas peculiaridades ao se realizar comparações com a literatura nacional e internacional que trata de gastos em P&D e faturamento em empresas. A importância deste trabalho é justificada pela quase total ausência de estudos de natureza empírica que ressaltem as variáveis sob análise no caso de empresas de base tecnológica residentes em incubadoras.

Na seção seguinte há uma breve resenha da literatura, destacando os principais pontos do debate sobre P&D e faturamento das empresas. Na terceira seção, a base de dados e a metodologia são descritas. A quarta seção apresenta estatísticas descritivas das empresas de base tecnológica e os resultados das regressões. A seção 5 conclui o trabalho.

2 - GASTOS COM P&D E FATURAMENTO: UMA RESENHA DA LITERATURA

O esforço tecnológico das empresas ou o processo pelo qual as empresas geram inovações é geralmente avaliado por dois tipos de medidas: i) gastos com P&D ou número de pessoas envolvidas na atividade de P&D como engenheiros e cientistas; ii) número de invenções patenteadas. O primeiro tipo é um indicador de fonte (*input*) do processo de inovação, enquanto o segundo refletiria a produção inventiva ou resultado (*output*) do processo de inovação (COHEN & LEVIN, 1989; MATESCO, 1994). Embora estas medidas apresentem limitações como *proxy* da atividade tecnológica empresarial, são usadas porque não há medidas totalmente satisfatórias do novo conhecimento e sua contribuição para o progresso tecnológico. De acordo com COHEN & LEVIN (1989), há também medidas diretas da produção inovadora, como o impacto econômico da inovação introduzida no mercado.

No caso do pessoal alocado em P&D, esta medida excluiria a contribuição dos equipamentos de pesquisa e materiais de laboratório para

inovação. Os gastos com P&D, por sua vez, incluem, além de despesas correntes como pagamentos de salários e materiais, dispêndios com capital, como equipamentos de laboratórios e obras de instalação, que deveriam ser levados em conta no fluxo de investimentos. Entretanto, dadas as normas contábeis vigentes, isto não acontece, o que significa uma subestimação através do tempo da contribuição dos gastos com capital para o processo inovativo (RESENDE & HASENCLEVER, 1998).

As patentes como medida de inovação possuem os seguintes problemas: i) grande parte das patentes não é explorada economicamente, o que representa situações em que uma invenção não se torna uma inovação e poucas traduzem melhoramentos tecnológicos significativos; ii) a propensão a patentear varia consideravelmente de indústria para indústria, o que poderia subestimar o esforço tecnológico das empresas que geram inovações, mas não tem alta propensão a patentear (COHEN & LEVIN, 1989).

O interesse por estas medidas do esforço inovativo esteve tradicionalmente associado à verificação da existência ou não de um relacionamento positivo entre tamanho de firma e inovação. A motivação dessas investigações remonta a uma hipótese, supostamente estabelecida por SCHUMPETER (1942),⁴ em que grandes empresas teriam vantagens na realização de P&D e geração de inovações. Desse modo, quanto maior o tamanho da empresa, ou maior a concentração do mercado, mais intensiva em P&D seria a empresa. Em outras palavras, empresas grandes seriam responsáveis por gastos proporcionalmente maiores em P&D que as empresas menores.

⁴ Segundo COHEN & LEVIN (1989), os estudos empíricos sobre gastos em P&D e tamanho da firma testam uma hipótese diferente daquela que Schumpeter estabeleceu, ao afirmar apenas que a pesquisa industrial não mais dependia da iniciativa e gênio de empreendedores individuais, mas se tornara competência de laboratórios de P&D formalmente organizados pertencentes a grandes e burocráticas corporações.

Entretanto, os resultados empíricos derivados do teste desta hipótese não são consensuais, ora propiciando evidência empírica favorável e ora contrária à idéia de que as grandes firmas são mais inovativas que as menores. Dentre as razões que justificam a evidência empírica favorável encontram-se: i) imperfeições do mercado de capital que garantiriam maior acesso a financiamentos de risco às grandes empresas. Além disso, o tamanho está relacionado à disponibilidade e à estabilidade dos fundos gerados internamente; ii) existência de economias de escala nos gastos de P&D decorrentes de indivisibilidades de alguns equipamentos do laboratório; iii) retorno de P&D é maior quando a empresa tem grande volume de vendas para diluir os custos da inovação; iv) as firmas maiores teriam capacidade superior de internalização dos *spillovers* de P&D devido à maior diversificação. Como os resultados das atividades de P&D são incertos ou imprevisíveis, principalmente no que se refere à pesquisa básica, as firmas mais diversificadas possuiriam maiores oportunidades de usar internamente o novo conhecimento gerado; v) a atividade de P&D é mais produtiva em grandes firmas, o que resulta de complementaridades entre P&D e outras atividades como marketing e planejamento financeiro (COHEN et al., 1987; COHEN & KLEPPER, 1996; 1992; COHEN & LEVIN, 1989; RESENDE & HASENCLEVER, 1998).

Os argumentos mais usados para negar a hipótese schumpeteriana são a existência de deseconomias de escala, como perda de controle gerencial com o crescimento demasiado da empresa, redução da eficiência da atividade de P&D e perda de incentivo ao espírito empreendedor em razão do aumento da burocratização da empresa (COHEN & LEVIN, 1989; RESENDE & HASENCLEVER, 1998).

De acordo com alguns estudos, há uma fraca evidência empírica de relacionamento positivo entre tamanho e intensidade de P&D. Outras vezes, a relação positiva é encontrada apenas para

alguns setores como o de química (MANSFIELD, 1964), mas a elasticidade⁵ dos gastos de P&D em relação às vendas é menor do que a unidade, indicando que os gastos de P&D crescem de maneira menos do que proporcional ao tamanho da empresa, medido pelo faturamento bruto.

Alguns autores afirmam que empresas muito grandes e muito pequenas são mais intensivas em P&D do que as médias. Este fato implica um relacionamento não-linear das variáveis sob análise, como destacam BOUND et al apud MACEDO & ALBUQUERQUE (1997). Estes autores destacaram que no caso dos EUA, todos os setores industriais realizam P&D com intensidade maior em setores como química, medicamentos, computadores, comunicações e instrumentos científicos. Além disto, a elasticidade de P&D com respeito às vendas é próxima da unidade e segundo COHEN & KEPLER (1996) não tem sido possível rejeitar a hipótese nula de que P&D varia proporcionalmente com o tamanho da empresa. BRAGA & WILLMORE (1990) também levaram as não linearidades em consideração ao usarem o logaritmo da variável, ao estimarem o modelo pelo método Logit e ao introduzirem um termo quadrático nas equações de regressão.

No caso brasileiro, a literatura não tem trazido resultados favoráveis à hipótese de que as grandes firmas possuem esforço de P&D proporcionalmente maior que as pequenas firmas, ou seja, não apresentam elasticidade de P&D com respeito às vendas maior que a unidade. BRAGA & WILLMORE (1990), identificaram um efeito positivo, porém modesto, do aumento do tamanho da empresa sobre os gastos de P&D, além de um efeito mínimo do aumento da concentração sobre a atividade tecnológica. MATESCO (1994) também encontrou influência positiva do tamanho da empresa e da concentração industrial sobre a moti-

⁵ A elasticidade mede a variação percentual de uma variável y para uma dada (pequena) variação percentual da variável x . Pela notação de cálculo, elasticidade é definida como $(dy/y)/(dx/x)$.

vação para inovar. RESENDE & HASENCLEVER (1998), por outro lado, encontraram uma relação negativa entre intensidade de P&D (medida pela relação entre P&D e faturamento) e tamanho da firma. MACEDO & ALBUQUERQUE (1997) destacaram que a elasticidade de P&D assume valores menores que a unidade, revelando parcela desproporcionalmente maior de esforço de P&D nas firmas menores, diferentemente da literatura internacional.

Segundo ACS & AUDRETSCH (1987) apud COHEN & LEVIN (1989), as contribuições de pequenas e grandes firmas para inovação podem depender das condições industriais e da estrutura de mercado. Assim, nas indústrias mais concentradas e com grandes barreiras à entrada, firmas maiores são mais inovativas, enquanto que nos mercados menos concentrados, onde a entrada é mais fácil relativamente, firmas menores são mais inovativas.

ROTHWELL & DODGSON (1994) enfatizam que as vantagens das grandes firmas estão associadas aos maiores recursos financeiros e tecnológicos de que dispõem. As firmas pequenas têm como vantagens o dinamismo empresarial, flexibilidade interna e capacidade de resposta frente às mudanças. De acordo com esta idéia, as grandes firmas são mais inovativas nos setores aeroespacial, fabricação de motor de veículos, de corantes, farmacêutico e naval, enquanto as pequenas e médias, principalmente as de base tecnológica (ou aquelas em que o uso de trabalho qualificado é relativamente importante) destacar-se-iam nos instrumentos científicos, maquinaria especializada, computadores, eletrônicos e na biotecnologia, explorando nichos de mercado.

É preciso destacar que a relação entre grandes e pequenas empresas não é necessariamente rival, uma vez que pode haver uma interação mutuamente vantajosa. Algumas formas de interação destacadas por ROTHWELL & DODGSON (1994) são:

- Relação de subcontratação ou produtor/fornecedor: as pequenas e médias empresas podem fornecer componentes ou produtos acabados para as grandes e receberem know-how tecnológico e experiência em troca. Relações baseadas na confiança podem se desenvolver;

- Contratação/financiamento de projetos de P&D: grandes empresas, como companhias automobilísticas e farmacêuticas, podem ter este papel com empresas especializadas em componentes mecânicos e de biotecnologia, respectivamente. No caso da biotecnologia, COUTINHO (1993a) afirma que grandes companhias realizaram diversos tipos de alianças e acordos com pequenas empresas de base tecnológica, transformando-as muitas vezes em “fornecedores especializados” de P&D. Dessa forma, as maiores podem aproveitar a capacitação científica e tecnológica, queimando etapas e evitando os arriscados investimentos pioneiros. Além disso, podem limitar o acesso dos concorrentes às novas tecnologias;

- Aquisição de pequenas empresas de base tecnológica por grandes empresas com o objetivo de inserção nas novas tecnologias. Ex.: biotecnologia;

- Colaboração de uma pequena e uma grande empresa no desenvolvimento conjunto de um produto para outra grande empresa;

- *Joint ventures* entre grandes e pequenas empresas, nas quais as primeiras fornecem recursos financeiros, industriais e de marketing e as segundas participam com o know-how tecnológico especializado e o dinamismo empresarial. Nestes casos geralmente os produtos são complementares à linha de produto da grande empresa;

- Grandes empresas podem estimular alguns de seus empregados qualificados a criarem suas próprias empresas e se transformarem em fornecedores das grandes, oferecendo para tal empreendimento recursos gerenciais e de marketing. GARVIN (1983) denomina esta forma de criação de empresa de base tecnológica de *spin-off* empresarial.

3 - BASE DE DADOS E METODOLOGIA

Este trabalho baseou-se numa amostra de empresas obtida a partir do envio de questionários à 21 incubadoras de base tecnológica brasileiras, em 1998. O QUADRO 1 informa quais incubadoras e o número de empresas que participaram da pesquisa segundo o tipo de informação.

Foram realizadas análises baseadas em estatísticas descritivas das empresas que preencheram o questionário com valores não-zero tanto no item faturamento bruto (receita total com a venda de produtos) como no item pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos produtos/processos. Estas informações foram divididas em três grupos. No primeiro grupo, há 51 empresas que

informaram gastos com P&D. No segundo grupo, existem 41 empresas informantes do faturamento bruto. O terceiro grupo é composto por 33 empresas que informaram gastos com P&D e faturamento bruto.

A distribuição setorial das 51 empresas que informaram P&D é a seguinte: 33,3% pertenciam ao setor de informática; 21,6% ao de eletrônica; 11,8% ao de química (incluindo química fina); 7,8% ao de biotecnologia; 3,9% ao de novos materiais; 3,9% ao de automação; e 17,7% a outros setores. Em relação ao tempo de incubação destas empresas, 31,4% das empresas estavam no primeiro ano de incubação, 41,2% das empresas estavam no segundo ano de incubação e, em 27,4% dos casos, as empresas estavam no terceiro ano ou a mais tempo na incubadora.

QUADRO 1
INCUBADORAS E NÚMERO DE EMPRESAS PARTICIPANTES DA PESQUISA

INCUBADORA	CIDADE	NÚMERO DE EMPRESAS INFORMANTES		
		P&D	FATURAMENTO	P&D E FATURAMENTO
ADETEC	Londrina/PR	1	3	1
BIORIO	Rio de Janeiro/RJ	2	2	2
BLUSOFT	Blumenau/SC	2	1	1
CDT/UnB	Brasília/DF	2	2	2
CELTA	Florianópolis/SC	1	1	1
CEPED	Camaçari/BA	2	0	0
CIBIOT/UFRS	Porto Alegre/RS	1	1	1
COPPE/UFRJ	Rio de Janeiro/RJ	1	3	1
CRITT/UFJF	Juiz de Fora/MG	2	1	1
FUNARBE/UFV	Viçosa/MG	1	1	1
IBT	Barretos/SP	4	1	1
IECAN	Canoas/RS	6	3	3
IETEC	Passo Fundo/RS	1	1	1
INATEL	S. Rita do Sapucaí/MG	4	4	3
INCUBATEP	Recife/PE	2	0	0
INSOFT	Belo Horizonte/MG	3	5	3
INTEC	Curitiba/PR	6	5	5
ITEBE	Betim/MG	2	0	0
ITS	S. Mateus do Sul/PR	3	3	3
PADETEC	Fortaleza/CE	4	3	3
PIEBT/UFPA	Belém/PA	1	1	0

FONTE: Elaboração própria.

Quanto às empresas que informaram faturamento (41 empresas), 36,6% eram do setor de informática; 24,4% de eletrônica; 9,8% de química (incluindo química fina); 9,8% de biotecnologia; 2,4% de novos materiais; 2,4% de automação; e 14,6% de outros setores. Para 26,8% das empresas informantes de faturamento, 1998 era o seu primeiro ano de incubação. Por outro lado, 41,5% das empresas estavam no segundo ano de incubação e 31,7% estavam no terceiro ano de incubação ou mais.

No que se refere ao subconjunto de empresas que informaram P&D e faturamento (33 empresas), 36,4% pertencia ao setor de informática, 21,2% ao de eletro-eletrônica, 12,1% ao de biotecnologia, 12,1% ao de química (incluindo química fina), 3% ao de novos materiais; 3% ao de automação; e 12,1% a outros setores. Em relação ao tempo de incubação, 24,2% das empresas informantes de faturamento e P&D estavam no primeiro ano de incubação, 42,4% das empresas estavam no segundo ano de incubação e 33,4% estavam no mínimo no terceiro ano de incubação.

Para fins de comparação, informações da ANPROTEC de 1997 revelam que o prazo máximo de incubação no Brasil para 36% das incubadoras era de até 2 anos. Outras 36% tinham prazo que variava de 2 a 3 anos, enquanto que para 28% das incubadoras o prazo ultrapassava 3 anos. Em 1999, em 40,3% das incubadoras, o prazo máximo era de até 2 anos. Outras 41,7% tinham prazo compreendido entre 2 e 3 anos, enquanto que, para 18%, o prazo ultrapassava 3 anos.

Além de diversas estatísticas descritivas dos gastos em P&D e faturamento, este trabalho estima a elasticidade (sensibilidade) dos gastos de P&D em relação ao faturamento de empresas de base tecnológica residentes em incubadoras brasileiras. O faturamento pode ser usado como *proxy* para medir o tamanho da empresa. É preciso esclarecer que o presente trabalho não contem-

pla a construção de um detalhado modelo empírico dos fatores que explicam os gastos de P&D destas empresas, mas apenas procura identificar eventuais particularidades referentes às variáveis especificadas acima e restritas ao “universo” das empresas de base tecnológica, a partir de uma amostra representativa.

Segundo LINK et al (1988), a forma funcional “double log” é a mais apropriada para investigar este relacionamento. Assim, o seguinte modelo econométrico foi utilizado:

$$\log(\text{P\&D}) = b_0 + b_1 \log(\text{FAT}) + e \quad (\text{Equação 1}),$$

onde FAT significa faturamento e e é o termo do erro, com média zero e variância finita. O coeficiente b_1 pode ser interpretado como a elasticidade do dispêndio em P&D com relação ao tamanho da empresa. Quando $b_1 > 1$, o esforço de P&D cresce mais que proporcionalmente do que o faturamento da empresa (despesa de P&D é elástica). Quando $b_1 = 1$, os gastos de P&D são proporcionais ao faturamento da empresa e quando $b_1 < 1$ a despesa de P&D é inelástica – firmas com menor faturamento são responsáveis por uma parcela desproporcionalmente maior da atividade inovativa.

Por último, considerou-se a possibilidade de a elasticidade de P&D com relação ao faturamento ser diferente entre os setores mediante a inclusão de variáveis *dummy* de inclinação, resultando no seguinte modelo econométrico:

$$\log(\text{P\&D}) = b_0 + b_1 \log(\text{FAT}) + b_2 [D_1 \log(\text{FAT})] + \dots + b_5 [D_4 \log(\text{FAT})] \quad (\text{Equação 2}),$$

onde D_1 representa a variável *dummy* que assume os valores $D_1 = 1$ se a empresa pertence ao setor 1 e $D_1 = 0$ se a empresa não pertence a este setor, sendo o mesmo para as *dummies* que representam os outros setores. Consideraram-se cinco grupos de setores: informática, eletrônica, química, biotecnologia e outros; logo 4 *dummies* foram incluídas.

TABELA 1
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS: EMPRESAS INFORMANTES DE P&D

ESTATÍSTICAS	P&D	EMPREGADOS ¹	P&D POR EMPREGADO	TAXA DE INOVAÇÃO ²
Média	32.261,76	8,18	4.839,07	0,48
Desv. Pad.	42.298,49	8,99	6.716,31	0,52
Mediana	15.000,00	6	2.666,67	0,25
Máximo	200.000,00	56	40.000,00	2,00
Mínimo	200,00	1	62,50	0,05
N	51	51	51	51

FONTE: Elaboração própria.

Valores monetários em R\$ correntes de 1998.

¹ Inclui os sócios criadores das empresas e bolsistas.

² Número de inovações/número de empregados.

TABELA 2
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS: EMPRESAS INFORMANTES DE FATURAMENTO

ESTATÍSTICAS	FATURAMENTO	EMPREGADOS ¹	FATURAMENTO POR EMPREGADO	TAXA DE INOVAÇÃO ²
Média	159.269,12	8,07	11.891,99	0,42
Desv. Pad.	395.947,46	5,95	18.498,16	0,46
Mediana	23.603,59	6	4.642,86	0,25
Máximo	2.200.000,00	32	92.307,69	2,00
Mínimo	820,00	2	410,00	0,05
N	41	41	41	33

FONTE: Elaboração própria.

Valores monetários em R\$ correntes de 1998.

¹ Inclui os sócios criadores das empresas e bolsistas.

² Número de inovações/número de empregados.

Neste caso a taxa de inovação foi calculada com 33 observações, pois 8 empresas que informaram faturamento não informaram o número de inovações desenvolvidas.

4 - ANÁLISE EMPÍRICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - Estatísticas descritivas dos gastos com P&D e faturamento das empresas de base tecnológica

As TABELAS 1, 2 e 3 apresentam estatísticas descritivas dos grupos de empresas analisados. Todas as variáveis apresentadas possuem mediana menor que a média, caracterizando uma assimetria positiva, revelando que os valores menores da variável são mais fre-

quentes. Este fato, para as variáveis faturamento, P&D e intensidade de P&D, é coerente com a literatura brasileira e internacional sobre P&D e tamanho de empresa. A intensidade média de P&D é 110% (TABELA 3).⁶ Esta informação é condizente com outras pesquisas. BAÊTA (1999), por exemplo, menciona que uma das características destas empresas é a aplicação de um percentual elevado de seu faturamento em atividade de P&D.

⁶ A média da intensidade de P&D ao se retirar o valor extremo de 801% é de 89%.

TABELA 3

ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS: EMPRESAS INFORMANTES DE P&D E FATURAMENTO

ESTATÍSTICAS	P&D	FATURA- MENTO	INTENSIDADE DE P&D ¹	EMPRE- GADOS ²	P&D POR EMPREGADO	TAXA DE INOVAÇÃO ³
Média	36.670,67	185.945,77	110,60%	8,73	3.638,35	0,42
Desv. Pad.	47.775,63	437.959,61	177,62%	6,35	3.542,84	0,46
Mediana	12.500,00	22.000,00	48,25%	7,00	2.200,00	0,25
Máximo	200.000,00	2.200.000,00	801,00%	32,00	15.384,62	2,00
Mínimo	200,00	820,00	2,08%	2,00	62,50	0,05
N	33	33	33	33	33	33

FONTE: Elaboração própria.

Valores monetários em R\$ correntes de 1998.

¹ (P&D/Faturamento)x100² Inclui os sócios criadores das empresas e bolsistas.³ Definida como número de inovações/número de empregados.

O nível médio de P&D por empregado é de R\$ 4.839,07 para o grupo de 51 empresas (TABELA 1) e de R\$ 3.638,35 para o grupo de 33 empresas (TABELA 3). A taxa de inovação das empresas é de 0,48 quando se considera o grupo de 51 empresas (TABELA 1) e 0,42 para o grupo de 33 empresas (TABELA 3).

O faturamento médio das 41 empresas da amostra é de R\$ 159.269,12 (TABELA 2). No subconjunto das empresas que informaram P&D e faturamento, a média é de R\$ 185.945,77 (TABELA 3). Estes valores são bem próximos daqueles obtidos por uma pesquisa da ANPROTEC em 1998 que estimou o faturamento total das empresas residentes nas incubadoras em R\$ 83,6 milhões (SEMINÁRIO..., 1998). Considerando as 614 empresas residentes nas 74 incubadoras brasileiras em operação, pode-se calcular que o faturamento médio foi de R\$ 136.156,35, um pouco inferior ao das empresas da amostra deste trabalho.

Embora uma elevada intensidade de P&D seja fato característico das empresas de base tecnológica, o resultado encontrado (110,6% - TABELA 3) necessita ser “relativizado” por algumas peculiaridades das empresas vinculadas às incubadoras. Em primeiro lugar é preciso ressaltar que a entrada de uma empresa

numa incubadora muitas vezes coincide com sua criação. Nestes casos, como a empresa está iniciando suas atividades, os primeiros anos de permanência na incubadora coincidem com gastos de P&D desproporcionalmente maiores do que o faturamento obtido, podendo ser caracterizados como períodos de elevados custos de P&D (frente a um volume de vendas ainda insuficiente e aquém do potencial) para colocar o produto no mercado.

Naturalmente, tais empresas terão elevada intensidade de P&D. Estes casos parecem ser a maioria, ao se considerar o modo pelo qual surgem tais empresas, a partir de pesquisadores ou professores universitários que criam a empresa para explorar economicamente um resultado de pesquisa (*spin-off* universitário) ou de empreendedores egressos de cursos superiores como engenharia ou informática. Outras vezes, a empresa que entra na incubadora já é legalmente constituída e se aproxima da incubadora para desenvolver um projeto de P&D ou para aperfeiçoar um produto contando com as facilidades técnicas e administrativas oferecidas.

Por outro lado, a intensidade de P&D das empresas de base tecnológica incubadas poderia ser até maior do que a observada, caso o

nível desejado de gastos em P&D seja maior do que o nível realizado pelos empreendedores.⁷ Esta é uma hipótese razoável ao se constatar que um dos obstáculos ao amplo desenvolvimento e fortalecimento das empresas de base tecnológica é a falta de financiamento adequado, principalmente via capital de risco.⁸ A falta de financiamento pode fazer com que muitas empresas adotem a estratégia de produzir bens com menor conteúdo tecnológico, ao mesmo tempo em que desenvolvem o produto inovador principal, a fim de auferir receita a ser usada como P&D. A obtenção destas receitas de venda pode também ser importante para a empresa atingir um tamanho mínimo que, segundo MANSFIELD (1964), é necessário para que qualquer firma mantenha um programa de P&D lucrativo e efetivo.

LEMOS (1998) destaca que a escassez de recursos para a criação de empresas constitui-se num dos principais motivos que justificam o ingresso de empreendedores em incubadoras, já que neste *habitat* “de inovação” os empresários podem dispor de infra-estrutura material e administrativa a baixo custo. Há também vários registros de que os empreendedores utilizam, como principal fonte de financiamento para iniciar o negócio, os recursos próprios ou poupança pessoal (GONÇALVES 1998a; 1998b; SANTOS, 1984). A intensidade de P&D observada é similar a resultados encontrados para determinados setores internacionais no início da década de 1990, embora esta comparação deva ser feita com cautela. COUTINHO (1993a) afirma que, para as pequenas empresas americanas do setor de biotecnologia, a P&D correspondeu a 115% do seu faturamento, em 1991.⁹

⁷ A possibilidade de o nível desejado de P&D diferir do nível realizado é considerada por MANSFIELD (1964).

⁸ O financiamento via capital de risco é incipiente no Brasil, a esse respeito (GORGULHO, 1997).

⁹ Infelizmente, é difícil encontrar dados nacionais semelhantes e mais recentes, referentes ao mesmo tipo de empresa aqui considerado, para fins de comparação.

4.2 - Estimativa da elasticidade dos gastos com P&D em relação ao faturamento das empresas de base tecnológica

A relação entre P&D e faturamento nas empresas de base tecnológica é positiva, como evidencia o resultado da equação de regressão (1) – TABELA 4. É possível afirmar que os gastos de P&D crescem menos do que proporcionalmente com o tamanho da empresa, pois um aumento de 1% do faturamento eleva os gastos em P&D em 0,42%, sendo que a variável independente explica 36% da variação na variável dependente. O modelo foi estimado com 31 observações (ao invés de 33), pois duas informações eram *outliers*, que retirados melhoraram o ajuste do modelo e a significância dos parâmetros. Embora a amostra seja pequena, é possível encontrar resultados robustamente significativos, como demonstra o trabalho de MACEDO & ALBUQUERQUE (1997) que estimou um modelo de regressão para setores industriais que dispunha de poucas observações (como N= 16 ou N= 21). A possibilidade de autocorrelação dos erros (positiva ou negativa) foi rejeitada pela regra de decisão do teste de Durbin-Watson, pois para N = 31, K = 1 e d = 1,81, temos: $du(1,50) < d(1,81) < 4 - du(2,50)$.

O coeficiente do termo quadrático da variável independente incluído neste modelo não foi significativo, o que demonstra que a elasticidade é invariante com o tamanho da empresa.

A existência de heterocedasticidade, violação dos pressupostos básicos da regressão comum neste tipo de dados, foi verificada a partir de dois testes. Utilizou-se o teste de Goldfeld-Quandt, apropriado para pequenas amostras (MADDALA, 1992), além do teste de Park. Os resultados não rejeitam a hipótese nula de homocedasticidade. Para o teste de Goldfeld-Quandt, de acordo com PINDYCK & RUBINFELD (1998), utilizou-se o seguinte procedimento: ordenou-se a variável independente, omitiram-se oito observações centrais e estimaram-se dois re-

TABELA 4
REGRESSÃO DO LOG(P&D)

	INTERCEPTO	LOG(FATURAMENTO)
Coeficientes	5,439	0,419
Desvio-Padrão	1,056	0,098
Estatística "t"	5,151*	4,258*

N = 31 R² ajustado = 36,35%
F = 18,129 Durbin-Watson = 1,812
* Significativo a 1%

TABELA 5
REGRESSÃO DO LOG(P&D) COM *DUMMIES* SETORIAIS

	INTERCEPTO	LOG(FAT)	DINFO	DQUIM	DBIOTEC	DELET
Coeficientes	3,653	0,564	0,089	-0,084	0,048	-0,011
Desvio-Padrão	1,055	0,097	0,042	0,045	0,046	0,046
Estatística "t"	3,462*	5,816*	2,138**	-1,871***	1,028	-0,233

N = 31 R² ajustado = 54,62% F = 8,22
Durbin-Watson = 2,22 * Significativo a 1%
** Significativo a 4% *** Significativo a 7%

gressões com os dois grupos de dados restantes. A partir da soma dos quadrados dos resíduos associada a cada regressão, calculou-se a estatística $\lambda = (SQR_2/g. l.)/(SQR_1/g. l.)$, onde SQR é a soma dos quadrados dos resíduos da regressão e g. l. é o grau de liberdade. Como $\lambda (= 2,23) < F$ tabelado (= 3,02) ao nível de significância de 5%, não é possível rejeitar a hipótese de homocedasticidade. O teste de Park demonstrou a não-significância do coeficiente que relaciona o logaritmo dos resíduos da equação (1) com a variável independente log(FAT), indicando homocedasticidade (PINDYCK & RUBINFELD, 1998).

A TABELA 5 apresenta as variáveis *dummy* que verificaram a possibilidade de mudança de inclinação para cada setor. Apenas as *dummies* dos setores informática e química mostraram-se significativas, nos níveis de 4% e 7%, respectivamente. Isso revela que estes setores possuem inclinação diferente daquela expressa no modelo (1).

O modelo que melhor se ajusta aos dados é apresentado na TABELA 6, com R² ajustado de 55,36%. Além disso, o modelo apresenta um co-

eficiente β_1 de 0,59, não mais de 0,42, embora ainda menor que a unidade. É preciso destacar que a retirada das *dummies* não significativas, dos setores de biotecnologia e eletrônica, melhora a significância dos coeficientes estimados para 1% e 2%. Não há autocorrelação dos erros positiva ou negativa, através da regra de decisão do teste de Durbin-Watson, pois para N = 31, K = 3, d = 2,08 temos: $du (1,65) < d (2,08) < 4 - du (2,35)$. Foi realizado o teste F para testar a hipótese nula de que os coeficientes das variáveis *dummies* são conjuntamente iguais a zero. O F-estatístico calculado excede o valor crítico da distribuição F nos níveis de 1% e 5%; logo, pode-se rejeitar a hipótese nula de idêntica elasticidade de P&D entre os setores informática e química.¹⁰

A elasticidade dos gastos de P&D é maior no setor de informática (0,67). Como as barreiras à entrada neste setor não são elevadas, há uma proliferação de empresas pequenas e médias que exploram nichos de mercado deixados pelas gran-

¹⁰ O procedimento utilizado segue PINDYCK & RUBINFELD (1998, p. 128).

TABELA 6
REGRESSÃO DO LOG(P&D) COM *DUMMIES* SETORIAIS SIGNIFICATIVAS

	INTERCEPTO	LOG(FATURAMENTO)	DINFO	DQUIM
Coeficientes	3,499	0,589	0,081	-0,096
Desvio-Padrão	1,032	0,094	0,034	0,039
Estatística "t"	3,391*	6,276*	2,381**	-2,471**

N = 31

R² ajustado = 55,36%

F = 13,4

Durbin-Watson = 2,08

* Significativo a 1%

** Significativo a 2%

des corporações que dominam os principais segmentos deste mercado (COUTINHO, 1993b). No setor de *software*, ao se considerar o número de cursos de pós-graduação de universidades brasileiras, os institutos de pesquisa atuantes na área (CTI, INPE, IMPA, IPT, CENPES, CEPEL, CPqD) e o número de empresas de *software* que são *spin-offs* de projetos acadêmicos de pesquisa, é razoável para o Brasil a possibilidade de entrada no setor. Esta conclusão também é baseada em todo conhecimento científico acumulado e no fato de o custo de capital fixo do setor não ser alto, uma vez que há uma tendência de baixa dos preços dos equipamentos de informática (ALBUQUERQUE, 1995).

Isso explica a maior proporção de empresas de informática residentes nas incubadoras brasileiras, o que se reflete na amostra utilizada neste trabalho. Além disso, a origem das empresas a partir de pessoas egressas dos meios universitários é mais marcante ainda neste setor em relação ao total das empresas. A maior elasticidade deste setor se explica pela rápida obsolescência dos produtos, o que exige atividade sistemática de P&D e maior disposição do empresário de empregar um maior percentual de seu faturamento (ou de recursos oriundos de outras fontes) como P&D.

A indústria de química fina envolve a produção de fármacos, defensivos agrícolas, corantes, pigmentos e aditivos. Diferentemente de outros setores, há "uma defasagem na comunidade científica superior à identificada nas áreas de *software* e física (...)" (ALBUQUERQUE,

1995). Um outro fator que eleva o custo de entrada no setor é o preço elevado do capital fixo. Entretanto, é possível aproveitar nichos de mercado, como na produção de fármacos e defensivos agrícolas. A Quiral Química, incubada informalmente na UFJF no início da década de 1990, é exemplo disso, quando se considera a produção de medicamentos contra o câncer (ver GONÇALVES, 1998a).

A explicação para uma menor elasticidade (0,49) pode se apoiar nas dificuldades de entrada no setor. As maiores barreiras à entrada são compatíveis com um menor aumento percentual de gastos de P&D à medida que aumenta o faturamento (tamanho) das empresas incubadas de química consideradas neste estudo. Além disso, como a obsolescência dos produtos neste setor é menor relativamente à que ocorre na informática, há uma menor "exigência" de alta elasticidade de P&D.

5 - CONCLUSÕES

Em que pese as limitações deste trabalho, foi possível extrair as seguintes conclusões:

- A relação entre P&D e tamanho de empresa para o conjunto de setores, independente de serem ou não de base tecnológica, ou seja, incluindo setores tradicionais como vestuário, metalurgia, calçados, etc, não é consensual. No caso brasileiro, os resultados têm revelado que a elasticidade de P&D é menor que a unidade.

- A partir de uma amostra de dados baseada nas empresas de base tecnológica residentes em incubadoras, constatou-se que variáveis como faturamento, P&D, intensidade de P&D e P&D por empregado possuem distribuições estatísticas em que há maior frequência nos níveis mais baixos das variáveis (mediana menor que a média).

- Nas empresas de base tecnológica, há uma elevada intensidade de P&D, o que pode ser explicado pela natureza da empresa (de base tecnológica) e pelo fato de que o período de incubação coincide com elevados gastos de P&D frente a um volume ainda reduzido (e aquém do potencial) de faturamento. O desenvolvimento sistemático de novos produtos e processos é pré-requisito para superar a rápida obsolescência (ou curto ciclo de vida) de alguns produtos (ex. software), o que resulta numa elevada intensidade de P&D para este tipo de empresa em geral.

- A escassez de capital de risco (ou outras fontes de financiamento no Brasil) pode estar impedindo que o empresário inovador tenha atingido o nível desejado de gastos de P&D.

- Os gastos com P&D crescem em proporção menor que o faturamento (tamanho) da empresa de base tecnológica, embora os resultados apontem que a elasticidade de P&D difere entre alguns setores como informática e química. Os resultados para estes setores podem estar sendo influenciados pela natureza destas atividades.

- As conclusões que são apenas esboçadas neste trabalho inicial requerem investigações subseqüentes e mais pormenorizadas sobre o comportamento do empresário inovador no que tange à relação entre os gastos de P&D e o faturamento das empresas. Estes estudos seriam pré-requisitos para uma segura avaliação do desempenho e possibilidade de consolidação deste modelo de criação de empresas de tecnolo-

gia avançada (incubadoras), que tem se tornando tão comum no Brasil.

Abstract

This paper undertakes an exploratory analysis of the relationship between R&D expenditures and sales, based in data of new technology-based firms, collected from some Brazilian technology incubators. The intensive sectors in advanced science and technology, like electronics, computers/software, new materials technologies, instruments, military and aerospace equipment, biotechnology and chemical industry are composed by new technology-based firms. This article seeks to identify the standard of relationship between R&D and sale into the new technology-based firms of Brazilian incubators specifically, in this sense, R&D intensive firms are considered. First, the paper shows descriptive statistics presenting the data base, revealing the sectorial firm distribution and the R&D intensity, measured by R&D and sale ratio, as well as by the R&D and employment ratio. Second, an econometric models with a functional form "double-log" is used to estimate the elasticity of R&D expenditures concerning to sales of the new technology-based firms.

Key Words

R&D; Sale; Technological Base Companies, Brazilian Incubators, Brazil

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ACS, Z. J. , AUDRETSCH, D. B. Innovation, market structure, and firm size. *The Review of Economics and Statistics*, v. 71, p. 567-574, 1987 apud COHEN, Wesley M. e LEVIN, Richard C. Empirical studies of innovation and market structure. In: SCHMALENSEE, R; WILLOG. R. (eds.). **Handbook of Industrial Organization**. Amsterdam: Elsevier Science, v. 2., 1989.

- ALBUQUERQUE, Eduardo da M. **Sistemas de inovação, acumulação científica nacional e o aproveitamento de janelas de oportunidade**: notas sobre o caso brasileiro. Belo Horizonte, 1995. Tese (Mestrado e Economia) – FACE. Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.
- BAÊTA, Adelaide M. C. **O desafio da criação**: uma análise das incubadoras de empresas de base tecnológica. Petrópolis (RJ): Ed. Vozes, 1999.
- BOUND, J. et al. . Who does R&D and who patents? In: GRILICHES, Z. R&D, patents, and productivity. Chicago: The University of Chicago, 1984 apud MACEDO, Paulo B. da R. e ALBUQUERQUE, Eduardo da M. **P&D e tamanho da empresa**: evidência empírica sobre a indústria brasileira. Belo Horizonte: UFMG/ CEDEPLAR, out., 1997. (Texto para Discussão, n. 117).
- BRAGA, Helson C. , WILLMORE, Larry N. As importações e o esforço tecnológico: uma análise de seus determinantes em empresas brasileiras. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 131-155, abr./jun., 1990.
- COHEN, Wesley M. e KLEPPER, Steven. A reprise of size and R&D. **The Economic Journal**, v. 106, n. 437, jul., 1996.
- COHEN, Wesley M. e KLEPPER, Steven. The anatomy of industry R&D intensity distributions. **The American Economic Review**, v. 82, n. 4, set., 1992.
- COHEN, Wesley M. e LEVIN, Richard C. Empirical studies of innovation and market structure. In: SCHMALENSEE, R; WILLOG, R. (Eds.). **Handbook of Industrial Organization**. Amsterdam: Elsevier Science, v. 2., 1989.
- COHEN, Wesley M., LEVIN, Richard C. e MOWERY, David C. Firm size and R&D intensity: a re-examination. **The Journal of Industrial Economics**, v. 35, n. 4, jun., 1987.
- COUTINHO, Luciano G. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**: competitividade em biotecnologia. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993a.
- _____. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**: competitividade da indústria de software. Campinas: MCT/FINEP/PADCT, 1993b.
- GARVIN, David A. Spin-offs and the new firm formation process. **California Management Review**, v. 25, n. 2, jan., p. 3-20, 1983.
- GONÇALVES, Eduardo. **Possibilidades e limites para o desenvolvimento da indústria de alta tecnologia em Juiz de Fora**. Belo Horizonte, 1998. Tese (Mestrado em Economia) – CEDEPLAR . Universidade Federal Minas Gerais. 1998a.
- _____. Apoio universitário à incubação de empresas e perfil profissional dos empreendedores: um relato da experiência da Universidade Federal de Juiz de Fora. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS, 8, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ANPROTEC, 1998b. p.243-255
- LEMONS, Marcelo V. Motivações dos empreendedores para ingresso em incubadoras e principais problemas enfrentados nesses ambientes. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS, 8, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ANPROTEC, 1998. p. 342-350
- LINK, A. N., SEAKS, T. G. , WOODBERY, S. R. Firm size and R&D spending: testing for

functional forms. *Southern Economic Journal*, 54, p. 1027-1032, 1988.

MACEDO, Paulo B. da R. , ALBUQUERQUE, Eduardo da M. **P&D e tamanho da empresa: evidência empírica sobre a indústria brasileira.** Belo Horizonte: UFMG/ CEDEPLAR, 1997. (Texto para Discussão, 117).

MADDALA, G. S. **Introduction to econometrics.** NS, U. S.: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992.

MANSFIELD, Edwin. Industrial research and development expenditures determinants, prospects, and relation to size of firm and inventive output. **The Journal of Political Economy**, v. 72, n. 4, ago., 1964.

MATESCO, Virene R. **Esforço tecnológico das empresas brasileiras.** IPEA, 1994. (Texto para Discussão, 333).

MEDEIROS, J. A., ATAS, Lucília. Incubadora de empresas: balanço da experiência brasileira. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 19-31, jan-mar 1995.

MEDEIROS, José A. Pólos científicos, tecnológicos e de modernização : uma perspectiva brasileira. **Revista Tecbahia**, Camaçari, v. 11, n. 1, p. 11-25, jan./abr., 1996.

PINDYCK, Robert S. , RUBINFELD, Daniel L. **Econometric models and econometric forecasts**, 4. ed., Irwin/McGraw-Hill, 1998.

RESENDE, Marcelo , HASENCLEVER, Lia. Intensidade em pesquisa e desenvolvimento e tamanho da firma: uma análise exploratória do caso brasileiro. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 601-618.

ROTHWELL, R., DODGSON, M. Innovation and size of firm. In: DODGSON, M; RO-

THWELL, R. (Eds.). **The handbook of industrial innovation.** Cheltenham: Edward Elgar, 1994.

SANTOS, Sílvio A. dos. A criação de empresas de tecnologia avançada. **Revista de Administração**, v. 19, n. 4, p. 81-3, out-dez. 1984.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro : Zahar, 1984.

SEMINÁRIO de Parques e Incubadoras. **Locus**: informativo das incubadoras e parques tecnológicos, Ano IV, n. 17, dez., 1998.

Recebido para Publicação em 23.10.1999

ANÚNCIO