

Determinantes dos gastos em p&d no âmbito da OCDE: uma abordagem neo-schumpeteriana

RESUMO

O objetivo deste artigo é inferir acerca do efeito nos gastos em P&D de seis de seus determinantes, em 20 países da OCDE, no período 1990-2006. Estes são: renda per capita, transações comerciais externas, pesquisadores, investimentos em tecnologias da informação e comunicação, investimentos em máquinas e equipamentos e taxa de juros de longo prazo. Estimou-se um modelo de dados em painel não balanceado de efeitos fixos com orientação temporal, produzindo resultados interessantes: as variáveis pesquisadores, investimentos em tecnologias da informação e comunicação e taxa de juros de longo prazo foram estatisticamente significativas. Entretanto, renda per capita, transações comerciais externas e investimentos em máquinas e equipamentos não são estatisticamente significativas. Entre os determinantes, somente a variável taxa de juros de longo prazo apresentou sinal negativo, revelando-se um elemento importante a ser considerado nas decisões de investimentos em projetos de P&D.

PALAVRAS-CHAVE: Determinantes de P&D. Dados em painel. OCDE.

Marcelo dos Santos da Silva

masilva@uesc.br

Universidade Estadual de Santa Cruz –
Ilhéus, Bahia,, Brasil.

Evaldo Henrique da Silva

ehsilva@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa – Viçosa,
Minas Gerais, Brasil.

Priscila de Queiroz Leal

pridequeiroz@gmail.com

Universidade Federal de Juiz de Fora –
Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

INTRODUÇÃO

A inovação, como elemento do progresso tecnológico, envolve várias relações econômicas e sociais durante sua concepção e desenvolvimento. Essas relações são observadas a partir das interações, na maioria das vezes não lineares ou definidas, entre indivíduos, pesquisadores, firmas, universidades, escritórios de patentes ou de propriedade intelectual, centros de pesquisa, agências de fomento, bancos de investimento e outras instituições relacionadas ao desenvolvimento tecnológico.

Os economistas neo-schumpeterianos¹ definem a firma como agente central do progresso técnico. Essa definição passou a ser compartilhada com a abordagem sistêmica, pois enfatiza a ação coordenada de diferentes atores no desenvolvimento tecnológico dos países (SBICCA; PELAEZ, 2006). O conceito de Sistema Nacional de Inovação (FREEMAN, 1987; NELSON, 1993; LUNDVALL, 2010) é comumente utilizado para investigar as razões do desenvolvimento tecnológico dos países e suas diferenças.

Grande parte das pesquisas orientadas à inovação realiza-se na busca do desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos produtos e processos. Denominou-se pesquisa e desenvolvimento (P&D) ao processo pelo qual essa busca é realizada.

No Manual de Frascati a P&D é conceituada como trabalho sistemático e complexo, o qual tem como objetivo elevar o nível de conhecimento existente no estabelecimento na qual é realizado (OCDE, 2008). Nelson (2006) define P&D [industrial] como os esforços de engenheiros e cientistas em formação educacional universitária, realizados em departamentos específicos de firmas, visando à promoção do avanço tecnológico da produção.

O processo de P&D abrange três procedimentos: *pesquisa básica*, a qual se resume a um estudo teórico detalhado de fenômenos observáveis e não possui aplicação definida; *pesquisa aplicada*, quando o objetivo de alcançar novos conhecimentos práticos dirigidos à execução de um projeto é evidente; e *desenvolvimento experimental*, estágio onde se aplica os conhecimentos adquiridos na etapa anterior com a finalidade de se conceber novos produtos ou processos e/ou aperfeiçoá-los.

Portanto, haja vista a importância da P&D para a mudança tecnológica e o desempenho econômico, este estudo objetiva inferir, por meio da estimação de dados em painel, acerca da relação entre os gastos em P&D e seis de seus determinantes² para vinte países³ da OCDE, no período de 1990 a 2006. A importância do estudo justifica-se, pois, de acordo com Mowery e Rosenberg (2005), investimentos em mudança tecnológica são um dos fatores responsáveis pelo aumento da produtividade de longo prazo, e, para Lach e Schankerman (1989), o investimento em P&D desempenha uma função importante na medida em que estimula o investimento a nível micro e macro e o crescimento do produto.

O artigo contém mais quatro seções, além desta introdução: referencial teórico, onde são discutidos alguns apontamentos sobre o papel dos investimentos em P&D e sua importância econômica; metodologia, com os principais tratamentos estatísticos e modelagem em painel; resultados, onde é apresentada a estimação do modelo de regressão proposto; e as considerações finais.

REVISÃO DE LITERATURA

Durante muito tempo, estudiosos da economia da inovação entenderam o termo P&D como gerador apenas do elemento informação. Entretanto, Cohen e Levinthal (1989) sugerem que o processo de P&D não proporciona somente a aquisição de novas informações, mas auxilia no incremento da capacidade da firma em assimilar e explorar a informação existente. Desse modo, Cohen e Levinthal (1989) apresentam um papel dual advindo do investimento em P&D.

A geração de inovações em produtos e processos por meio de P&D capacita a instituição que o realiza a captar, absorver e explorar o conhecimento do ambiente ao qual pertence (COHEN; LEVINTHAL, 1989).

Cassiolato (1999) considera o processo de P&D como forte indutor da produção de conhecimento. Este gera informações, responsáveis por gerar novos conhecimentos que poderão vir a ser apropriados por outras firmas no mesmo setor produtivo ou em outros, por meio da difusão.

Segundo Fagerberg (2005), Schumpeter foi o pioneiro na construção de uma teoria direcionada à compreensão da mudança econômica de longo prazo. Schumpeter insiste que as inovações ou novas combinações de insumos (isto é, P&D), favorecem novas oportunidades de negócio e possibilitam futuras inovações, em um processo de mudança contínua.

Reconhecer a P&D como instrumento de mudança significa relacioná-la com o aprendizado, o que ocorre em todas as esferas da firma. De caráter cumulativo na teoria neo-schumpeteriana, o aprendizado promove a capacitação tecnológica, processual, organizacional e, portanto, produtiva da firma. Não há decodificação de informação sem a preparação prévia do pessoal envolvido em P&D de uma firma, notadamente pesquisadores e outros departamentos envolvidos em treinamento e monitoramento da qualidade.

Outras teorias que procuram relacionar P&D e investimentos se baseiam no incentivo proveniente das oportunidades tecnológicas. Assim, investimentos em P&D não dependeriam apenas de fatores exclusivamente contábeis ou econômicos, mas também de avanços e descobertas na ciência básica e nas técnicas e métodos de produção (LACH; SCHANKERMAN, 1989).

No entendimento de Nelson e Winter (2005), é de suma importância considerar que existem P&D diferentes para firmas localizadas em indústrias distintas. Sendo assim, um modelo que seja construído objetivando captar os determinantes de P&D em um setor específico deve considerar que as firmas diferem em seus conjuntos produtivos.

As instituições envolvidas com P&D em um país integram seu sistema de P&D, o qual pertence ao Sistema Nacional de Inovação. Assim, todo o processo inovativo está intimamente ligado aos recursos, competências e organização do sistema de P&D (LUNDVALL, 2010). Desse modo, na perspectiva deste estudo, o sucesso da P&D nacional depende da competência tecnológica nacional das instituições envolvidas no processo inovativo, pois os determinantes dos investimentos em P&D dependem justamente da coordenação sistêmica de empresas, governo e outros atores atrelados à inovação.

Segundo Gittleman e Wolff (1998), um país com atividades em P&D promove habilidades domésticas para construção de capacidade inovativa. Além disso, os

autores ressaltam que a P&D contribui no crescimento econômico, pois a presença de pesquisadores bem treinados no país, assim como a própria existência da P&D, são componentes importantes para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas⁴.

METODOLOGIA

Para cumprir o objeto proposto, utilizar-se-á de dados em painel com orientação centrada no período temporal, na sua versão não balanceada.

Os modelos baseados em dados em painel oferecem vantagens importantes aos pesquisadores, tais como: tratamento da heterogeneidade; maior disponibilidade amostral; adequação ao estudo da dinâmica da mudança; métodos acurados de detecção e mensuração de efeitos específicos à amostra; entre outras (GUJARATI, 2006).

A estimação do painel, em efeitos fixos ou aleatórios, será orientada pelo teste de Hausman (1978). A hipótese nula do teste alicerça-se na estimação por efeitos aleatórios.

Para diagnosticar violações aos pressupostos do modelo serão realizados: o teste de Wald modificado para heterocedasticidade em grupo (GREENE, 2000); e o teste de autocorrelação de primeira ordem, proposto em Wooldridge (2002).

Caso ocorra somente heterocedasticidade, esta será corrigida pelo método de White (1980). E, caso o problema detectado seja heterocedasticidade e autocorrelação, será efetuada a correção pelo método de Driscoll e Kraay (1998).

Determinantes dos gastos em P&D: modelagem e importância

Geralmente, os estudos de gastos em P&D concentram-se em variáveis empresariais ou microeconômicas.

Jensen, Menezes-Filho e Sbragia (2004), no que concerne aos determinantes dos gastos em P&D, consideraram variáveis relevantes os investimentos em capital, o faturamento bruto, o lucro líquido e o patrimônio líquido das firmas. Por outro lado, Pianta (1998) e Gittleman e Wolff (1998) e De Negri, Salerno e Castro (2005), entre outros evidenciaram a possibilidade de se utilizar variáveis em nível macroeconômico para modelar o comportamento sistêmico dos gastos em P&D.

A abordagem empírica proposta nesta pesquisa conta com variáveis de natureza sistêmica e macroeconômica, estando alinhada à abordagem de Pianta (1998) e Gittleman e Wolff (1998) e De Negri, Salerno e Castro (2005).

Neste sentido, é importante salientar que os estudos pesquisados sobre o tema não apresentaram modelo econométrico que traduza exatamente o mesmo número de países desta pesquisa e tampouco as variáveis selecionadas, apesar de alguns direcionarem suas pesquisas aos países da OCDE, como Engelbrecht (1997) e Wang (2010).

Além disso, não se observou o uso das mesmas variáveis em mais de uma referência, havendo, portanto, variabilidade de estimações e resultados. Wang e Huang (2007) utilizam as variáveis intensidade em P&D e pesquisadores. Já Wang

(2010) apresenta variáveis como: taxa de crescimento da renda; taxa de juros; pesquisadores; intensidade em P&D; e investimentos em educação.

O modelo econométrico desta pesquisa, baseado na abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação, apresenta um conjunto de sete variáveis relacionadas a insumos tecnológicos e ao ambiente macroeconômico dos países da OCDE: renda *per capita*, transações comerciais com outros países; contingente de pesquisadores; investimentos em tecnologias da informação e comunicação (TICs); investimento em máquinas e equipamentos; taxa de juros de longo prazo; e intensidade em P&D⁵, esta última representando gastos em P&D. As variáveis mencionadas foram coletadas no base de estatísticas da própria OCDE, para o período 1990 a 2006 (OCDE, 2009).

Todavia, os dados da amostra não deixaram de apresentar problemas quanto à falta de valores para alguns anos. Desse modo, será empreendida a estimação por painel não balanceado, cuja abordagem teórica é a mesma usada na estimação de painel balanceado.

Greene (2000) define um painel não balanceado como aquele em que as observações em corte transversal podem ser observadas a partir de um número diferente de períodos. Portanto, no caso desta pesquisa, um país pode não apresentar todos os anos do período⁶. Assim, a estimação do modelo será empreendida para vinte países da OCDE, devido à falta de variáveis importantes para alguns países, como TICs e investimento em máquinas e equipamentos.

O modelo proposto para a pesquisa está representado na Equação 1:

$$\ln P\&D_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln renda_{it} + \beta_2 \ln comercio_{it} + \beta_3 \ln pesq_{it} + \beta_4 \ln tic_{it} + \beta_5 \ln capital_{it} + \beta_6 \ln juros_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Ressalte-se que não se observou nas referências consultadas um modelo similar. A grande razão pela logaritmização do modelo é permitir que a renda *per capita*, mensurada em milhares de dólares correntes, não seja uma fonte geradora de heterocedasticidade. Além disso, o modelo em termos logarítmicos permite a obtenção de elasticidades dos determinantes dos gastos em P&D. A interpretação dos coeficientes é realizada em percentual.

Espera-se que todos os coeficientes estimados, excetuando-se β_6 , possuam sinal positivo, pois as variáveis representadas pelos parâmetros β_2 a β_5 são, teoricamente, relacionam-se não negativamente aos gastos em P&D.

Quanto à mensuração e importância das variáveis, a variável intensidade em P&D, cuja identificação será denominada apenas *P&D*, corresponde ao total nacional de gastos correntes e de capital em pesquisa e desenvolvimento de todas as firmas nacionais, institutos de pesquisa públicos e privados, entre outros. A variável é mensurada em percentual da razão entre os gastos monetários em P&D e o Produto Interno Bruto (PIB), ambos em dólares estadunidenses e valores correntes.

A renda *per capita*, denominada *renda*, é mensurada em dólares estadunidenses a preços constantes de 2005. Traduz-se na razão entre PIB acrescido de salários líquidos de indivíduos e renda de propriedade e a população

residente em determinado ano⁷. A renda *per capita* mede o nível de riqueza bruta da população de um país.

A variável *comercio* refere-se à intensidade de transações de cada país da OCDE com o resto do mundo, correspondentes ao percentual da razão do somatório de exportações e importações a preços correntes (corrente de comércio) e o PIB corrente, ambos em dólares estadunidenses. Ressalte-se que muitos autores, dentre eles, De Negri, Salerno e Castro (2005), Tigre (2006) e Archibugi e Michie (1998) relacionam a influência das transações comerciais na atividade de P&D das firmas e sua capacidade de lançar inovações em ambientes competitivos.

O contingente de pesquisadores ou *pesq* está mensurado em percentual de número pesquisadores⁸ do país por mil trabalhadores residentes. Segundo OCDE (2009), o pessoal envolvido com pesquisa é engajado na geração de novas tecnologias, produtos, processos, sistemas e métodos, além do manejo de projetos de pesquisa. Os pesquisadores são considerados os elementos centrais no processo de P&D.

O investimento em *tic* representa investimentos realizados em equipamentos de informação e comunicação e *softwares* para uso continuado. Alguns desses equipamentos são computadores e materiais de escritório, componentes eletrônicos, equipamentos de televisão e rádio, dispositivos de mensuração, checagem, testes e navegação e telecomunicações, como telefonia móvel e *internet* (OCDE, 2009). A variável *tic* é medida como percentual da formação bruta de capital fixo do país, excluindo-se desta última a construção residencial.

As inversões em aquisição de máquinas e equipamentos⁹ ou *capital*, são mensuradas como percentual do PIB em dólares estadunidenses a valores correntes. Tigre (2006) afirma que bens de capital aumentam a produtividade do trabalho, elevam a escala de produção, ajudam a diminuir custos e aumentar a eficiência da utilização de insumos e ainda podem ser de muita valia no lançamento de novos produtos.

Neste estudo, a taxa percentual de juros de longo prazo, denominada *juros*, refere-se a taxas de títulos públicos nacionais com prazo de vencimento de dez anos. A taxa é distinta da praticada por bancos comerciais. Da macroeconomia apreende-se que há uma relação inversa entre taxas de juros e investimento produtivo. Dessa forma, a elevação dos juros significa um desestímulo ao investimento no setor real da economia e, partindo-se do pressuposto que gastos em P&D são contabilizados como investimento, o impacto dos juros sobre o investimento influencia nas decisões dos agentes em realizar P&D.

No sentido de proporcionar uma abordagem introdutória ao modelo, serão calculadas as correlações por postos para cada determinante dos gastos em P&D. A fórmula é a seguinte, conforme Barbetta (2001):

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (2)$$

onde r_s é a correlação por postos ou de Spearman, D_i a diferença ou subtração dos postos entre duas variáveis, calculado para cada elemento, $\sum_{i=1}^n D_i^2$ a soma dos quadrados da diferença entre os postos de duas variáveis para cada observação, e

n o número de elementos observados na amostra de países desta pesquisa. A correlação por postos pode variar entre -1 e +1, sendo sua interpretação idêntica à da correlação simples ou de Pearson.

As estatísticas descritivas foram calculadas por meio do *Excel* 2007. A correlação por postos, a estimação do modelo, testes econométricos e correções, foram realizadas por meio do pacote estatístico *Stata* 10.1 SE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatísticas descritivas

A Tabela 1 reúne as estatísticas das variáveis da pesquisa, no intuito de proporcionar um panorama geral do comportamento das variáveis para os países da amostra.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas dos dados, países selecionados da OCDE, 1990-2006

| Variável | Média | C. de variação | Valor máximo | Valor mínimo |
|---------------------|-----------|----------------|--------------|--------------|
| <i>P&D</i> (%) | 1,91 | 42,41 | 4,17 | 0,54 |
| <i>renda</i> (US\$) | 26.806,83 | 19,20 | 42.271,73 | 17.039,45 |
| <i>comercio</i> (%) | 33,02 | 50,03 | 92,16 | 8,05 |
| <i>pesq</i> (%) | 6,54 | 43,43 | 17,72 | 2,27 |
| <i>tic</i> (%) | 16,57 | 32,23 | 31,70 | 6,38 |
| <i>capital</i> (%) | 7,57 | 18,76 | 12,19 | 4,96 |
| <i>juros</i> (%) | 6,05 | 41,49 | 14,68 | 1,00 |

Fonte: Elaborada pelos autores com dados de OCDE (2009).

Observa-se que a média em *P&D* apresenta valor pouco superior a 1,9%. No entanto, seu coeficiente de variação, superior a 40%, indica que não há uniformidade no investimento em *P&D* entre os países. Os valores mínimo e máximo da variável corroboram a afirmativa.

Em relação à distribuição dos investimentos em *P&D*, países tecnologicamente avançados, como Estados Unidos, Alemanha, Japão, Reino Unido apresentam taxas médias de *P&D* inferiores a de países como Suécia e Finlândia. Países com pequeno contingente populacional, como os países escandinavos, são geralmente tecnologicamente especializados (FABERGERG; SRHOLEC, 2008).

A variável *renda* conta com média elevada, sendo seu valor máximo bastante representativo, ultrapassando o patamar de US\$ 40 mil. Seu coeficiente de variação apresenta maior uniformidade relativa entre os países, sugerindo que boa parte dos países da amostra possui renda *per capita* elevadas.

A variável *comercio* apresenta o maior coeficiente de variação. Seus valores mínimo e máximo confirmam o comportamento do coeficiente. Alguns países como Irlanda, Áustria, Coreia do Sul, Dinamarca, Países Baixos, Suécia e Suíça

ajudam a explicar a diferença entre os percentuais de comércio entre os países, pois são economias com grande abertura externa. Países como Alemanha, Estados Unidos e Japão apresentam baixos a moderados graus de comércio externo, pois este é ponderado pelo PIB.

Pesq apresenta coeficiente de variação praticamente no mesmo nível de variação da intensidade em P&D. Esse fato permite inferir que a distribuição de pesquisadores na amostra influencia, em termos espaciais, a distribuição dos gastos em P&D. Portanto, evidencia-se uma tendência que caminha no sentido de que regiões dotadas de maior número de pesquisadores, em média, também apresentarão maiores gastos médios em pesquisa.

O investimento médio em *tic* apresenta patamar mais próximo ao valor máximo dos vinte países da amostra. Porém, é possível verificar que há uma dispersão considerável dessa infraestrutura entre as nações (coeficiente de variação próximo de 32%). É provável que alguns países estejam realizando *catching-up* em relação à variável.

A variável *capital* apresenta baixo coeficiente de variação, indicando que o investimento em bens de capital encontra-se relativamente disseminado, a considerar pela pouca variabilidade entre os valores mínimo e máximo. Os países da OCDE, em sua maioria, são portadores de economias representativas no cenário mundial, apresentando majoritária composição do PIB pelo produto industrial e, destacadamente, pelo setor de serviços.

A variável *juros* apresenta alta amplitude devido aos valores mínimo e máximo discrepantes, respaldada no coeficiente de variação (41,49%). Com a taxa de juros representando o *trade-off* entre investimento produtivo e títulos financeiros, espera-se que os juros possuam um efeito determinante sobre a iniciativa das firmas em relação a direcionar recursos para P&D.

A Tabela 2 relaciona as médias das sete variáveis por país. Estes foram organizados em ordem decrescente em relação à variável *P&D*, para a obtenção dos coeficientes de correlação por postos.

Tabela 2 – Média e correlação por postos de cada determinante de P&D por país selecionado da OCDE, 1990-2006

(continua)

| País | P&D (%) | renda (US\$) | comercio (%) | pesq (%) | capital (%) | tic (%) | juros (%) |
|---------------|---------|--------------|--------------|----------|-------------|---------|-----------|
| Suécia | 3,63 | 28.508,78 | 40,41 | 10,21 | 7,36 | 25,75 | 5,74 |
| Finlândia | 2,96 | 25.355,31 | 34,05 | 13,45 | 6,22 | 18,46 | 6,25 |
| Japão | 2,96 | 24.828,50 | 10,34 | 9,36 | 10,08 | 12,36 | 2,91 |
| Coreia do Sul | 2,72 | 20.569,50 | 38,18 | 6,88 | 9,83 | 14,83 | 5,63 |

(conclusão)

| País | P&D (%) | renda (US\$) | comercio (%) | pesq (%) | capital (%) | tic (%) | juros (%) |
|------------------------------------|---------|--------------|--------------|----------|-------------|---------|-------------|
| Suíça | 2,67 | 33.416,15 | 38,63 | 5,62 | 10,56 | 17,56 | 4,13 |
| Estados Unidos | 2,64 | 38.157,30 | 11,98 | 9,15 | 6,45 | 27,65 | 5,50 |
| Alemanha | 2,40 | 28.199,04 | 31,45 | 6,61 | 7,63 | 15,39 | 5,10 |
| França | 2,22 | 26.164,03 | 24,30 | 6,95 | 5,80 | 16,21 | 5,93 |
| Dinamarca | 2,05 | 29.205,12 | 38,88 | 6,92 | 7,69 | 20,22 | 6,62 |
| Áustria | 2,01 | 30.822,70 | 44,46 | 5,81 | 8,72 | 12,31 | 4,78 |
| Reino Unido | 1,89 | 26.095,95 | 26,88 | 5,25 | 7,34 | 23,33 | 6,83 |
| Países Baixos | 1,87 | 31.054,25 | 60,12 | 4,94 | 7,90 | 18,58 | 5,23 |
| Canadá | 1,80 | 28.743,71 | 35,35 | 6,66 | 6,56 | 17,41 | 6,65 |
| Austrália | 1,54 | 28.139,20 | 19,41 | 7,16 | 7,95 | 20,66 | 7,84 |
| Irlanda | 1,16 | 25.904,22 | 72,96 | 4,97 | 6,28 | 8,62 | 6,27 |
| Itália | 1,07 | 27.647,18 | 23,85 | 3,16 | 8,55 | 12,19 | 7,00 |
| Nova Zelândia | 1,05 | 20.304,37 | 29,30 | 6,55 | 8,64 | 15,44 | 7,74 |
| Espanha | 0,91 | 23.804,29 | 24,75 | 4,17 | 6,94 | 12,86 | 7,41 |
| Portugal | 0,69 | 18.736,69 | 32,55 | 3,27 | 8,11 | 12,58 | 6,17 |
| Grécia | 0,58 | 22.592,29 | 28,22 | 3,45 | 7,49 | 12,26 | 5,29 |
| Correlação por postos ^a | 1,00 | 0,3759 | 0,1113 | 0,7850 | 0,0211 | 0,4541 | - 0,5008 |
| Probabilidade valor ^b | 0,00* | 0,10 | 0,64 | 0,00* | 0,9298 | 0,04* | 0,02** |

Nota: aCorrelações de Spearman entre P&D e cada determinante. bProbabilidade oriunda do teste de independência amostral entre P&D e cada determinante. Hipótese nula ou H0: P&D e determinante são independentes ou não há correlação.

*significativo a 1%; **significativo a 5%; ***significativo a 10%.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em relação à correlação entre *P&D* e *renda*, conclui-se que nem sempre o país com maior *renda per capita* apresentará a maior *P&D*: a correlação por postos, de 37,59%, não é significativa a 10%. Um exemplo dessa assertiva é a Coreia do Sul: possui, em média, relativamente menor *renda per capita* do que a Espanha, mas seu gasto em *P&D* é superior ao espanhol.

Em relação à variável *comercio*, não é possível determinar um padrão transacional na corrente de comércio dos países em relação à *P&D*. A correlação é muito baixa, com não rejeição da hipótese nula. Esse fato indica que maiores patamares de gastos em *P&D* não implicam, linearmente, maior intensidade comercial com o resto do mundo.

Considerando-se a variável *pesq*, valores elevados na variável estão relacionados a nações que possuem expressivos gastos em *P&D*, destacando-se

neste campo Finlândia e Suécia, com médias de pesquisadores acima de 10%. A correlação é significativa a 1%, e magnitude de 78,50%.

Entre *P&D* e *tic* a correlação de Spearman é moderada, da ordem de 45,41%, significativa a 5%. De fato, os países desta pesquisa com maiores índices de gastos em *P&D* apresentam, em média, percentuais médios elevados de investimento em TIC. Alguns exemplos são Suécia, Finlândia, Estados Unidos, Dinamarca e Reino Unido, todos com taxas elevadas de gastos em *P&D* e *tic*.

A variável *capital* parece não ter relação alguma com os gastos em *P&D*, sobretudo, devido à correlação muito baixa entre as duas variáveis, de aproximadamente 2%, não significativa a 10%.

Situação contrária, em termos de correlação negativa¹⁰, é verificada para a variável *juros*: quanto mais alto é seu patamar médio na amostra, menor é o gasto em *P&D*. O fenômeno observado para a amostra de países parece confirmar empiricamente a relação inversa entre investimentos produtivos e taxa de juros, no sentido que a elevação do segundo inibe o primeiro em determinada proporção.

Decorrido o tratamento descritivo das variáveis, a subseção seguinte tratará da apresentação dos resultados econométricos, assim como das estatísticas dos testes sugeridos.

Modelo dos determinantes dos gastos em P&D

A estimação do painel dos determinantes em *P&D* baseou-se no modelo de efeitos fixos, devido ao valor bastante significativo da estatística qui-quadrado do teste de Hausman (1978), da ordem de 62,53, acusando probabilidade-valor nula. Rejeitou-se, portanto, a hipótese de que o modelo de efeitos aleatórios é preferível à análise da amostra¹¹.

Encontrou-se evidência de heterocedasticidade: o teste de Wald retornou valor de 65,04 para a estatística qui-quadrado, com probabilidade-valor nula e, portanto, estatisticamente significativo a 1%. O mesmo ocorreu para a autocorrelação de primeira ordem: rejeitou-se a hipótese nula pela estatística F calculada de 21,93, com probabilidade-valor de 0,03%. Portanto, a estimação dos erros-padrão do modelo foi condicionada ao método de Driscoll e Kraay (1998).

Na Tabela 3 são apresentados os principais resultados da estimação do modelo de efeitos fixos.

Tabela 3 – Regressão dos determinantes dos gastos em P&D, países selecionados da OCDE, 1990-2006

| Variável | Coefficiente | Erro-padrão D. K. | Estatística t |
|-------------------|--------------|-------------------|---------------|
| <i>Inrenda</i> | 0,5569 | 0,2927 | 1,90 |
| <i>Incomercio</i> | 0,1138 | 0,0594 | 1,92 |
| <i>Inpesq</i> | 0,8108* | 0,0934 | 8,68 |
| <i>Intic</i> | 0,2932** | 0,1019 | 2,88 |
| <i>Incapital</i> | 0,3907 | 0,2707 | 1,44 |
| <i>Injuros</i> | -0,3251** | 0,1372 | -2,37 |

Obs. = 233; $R^2 = 0,8039$; R^2 ajustado = 0,7834; $F(6,210) = 143,49^*$.

*significativo a 1%.

**significativo a 5%.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os sinais dos determinantes dos gastos em P&D são condizentes com os esperados. Assim, todas as variáveis, à exceção de *Injuros*, favorecem o aumento de *InP&D*. O R^2 mostrou-se elevado: 80,4%.

São estatisticamente significativas *Inpesq*, *Intic* e *Injuros*, destacando-se a última. Confirma-se que os pesquisadores são o principal insumo para as atividades de P&D (MELO, 1996).

Outra variável importante é *Intic*, significativa a 5%. As TICs sobrepujaram o paradigma fordista a partir da década de 1970. Segundo Tigre (2006), a difusão das TICs favoreceram enormemente as atividades de P&D na medida em que tornam o armazenamento, processamento e transferência de dados e informações entre instituições bastante ágeis e eficientes. Permitiu ainda uma revolução no controle de qualidade, consultoria e a terceirização de serviços nas instituições do sistema de inovação. Outras qualidades marcantes das TICs são: rápidas alterações e mudanças nas características dos produtos; visão estratégica baseada em rede de firmas; e distribuição da inteligência.

A variável *Injuros* apresenta-se significativa a 5%. Portanto, o aumento de seu nível proporciona a redução do montante investido em P&D, preconizando relação inversamente proporcional entre taxa de juros e investimentos. Neste sentido, um cenário de elevações recorrentes nos juros da economia pode levar ao arrefecimento das atividades inovativas.

A variável *Incomercio*, apesar do sinal positivo, não é estatisticamente significativa. Uma das razões para a não significância estatística de *Incomercio* parece ser a relação existente entre *Incomercio* e *InP&D*: como o desenvolvimento tecnológico possui efeitos distintos e de longo prazo sobre o setor industrial e outros com exposição externa, é possível que a relação *Incomercio* e *InP&D* seja melhor explicada com a inclusão de componentes defasados de *Incomercio* na regressão, pois bons resultados comerciais passados em exportações líquidas favorecem maior lucratividade das firmas com inserção externa.

O regressor *Incapital* possui sinal positivo e não é significativo. Uma explicação para este fato seria a importância determinante da concepção e transferência de ideias e conhecimentos para estimular os investimentos em P&D, nos moldes da contribuição de Cohen e Levinthal (1989), em detrimento da estrutura física em máquinas e equipamentos básicos para assessorar o processo inovativo. Assim, para o período considerado, o investimento realizado por uma firma em máquinas e equipamentos nos países da OCDE para o processo de P&D parece ser de relevância secundária para atingir os objetivos delineados em sua política tecnológica¹².

A variável *Inrenda* não é decisiva, no modelo estimado, como determinante para que gasto em P&D aconteça, pois não é estatisticamente significativa. Contudo, como pontua Schmookler (1962), a renda dos indivíduos deve ser considerada na avaliação do êxito da introdução de uma inovação no mercado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os países da OCDE são heterogêneos em relação à estrutura inovativa. Essa assertiva é respaldada pelas estatísticas descritivas, por meio das diferenças entre o patamar mínimo e máximo para as variáveis *renda*, *pesq* e *comercio*. A OCDE reúne nações com governos que conduzem de forma distinta políticas macroeconômicas responsáveis por incentivar a P&D e estruturar seus respectivos sistemas de inovação.

A metodologia de dados em painel e de testes foi essencial ao alcance do objetivo de pesquisa. O objetivo foi atendido na medida em que os seis determinantes foram discutidos e avaliados. Alguns deles, entretanto, no recorte temporal da análise, mostraram-se não significativos do ponto de vista estatístico. Outros se mostraram intimamente correlacionados à P&D.

As variáveis deste artigo mostraram-se adequadas à análise, ao originar resultados empíricos interessantes. Contudo, uma das dificuldades observadas foi a escassez de artigos que versassem acerca da regressão de variáveis desse tipo para dados macroeconômicos agregados. Além disso, não foram encontrados estudos sobre o tema com estimação de um modelo de dados longitudinais não balanceado, inviabilizando resultados comparáveis para se testar a robustez dos resultados obtidos.

Uma das limitações do estudo refere-se ao papel do Estado na promoção de P&D. Este foi pouco explorado, restringindo-se explicitamente à definição da taxa de juros dos títulos públicos de cada país.

Outra limitação relaciona-se à indisponibilidade de dados de algumas variáveis e recorte temporal completo para alguns países da amostra. Além disso, há o fato de os indicadores tecnológicos e de inovação serem, em sua maioria, imperfeitos. A inovação acontece por meio da introdução de novos produtos e processos no mercado, mas é mensurada, na maioria dos estudos, por meio de gastos em P&D, número de pesquisadores, patentes, dotação tecnológica em máquinas e equipamentos, entre outras *proxies* que, muitas vezes, possuem imperfeições de mensuração.

Por fim, devido à visão teórica utilizada na pesquisa possuir base sistêmica, isso limitou a inclusão de variáveis a nível microeconômico no modelo, como P&D e patentes por firmas ou setores econômicos, capacitação por treinamento e investimento em *software* e outras tecnologias, financiamento à inovação, publicação de artigos científicos, etc.

Determinants of R&D expenditures in OECD countries: a neoschumpeterian approach

ABSTRACT

The aim of this article is to infer about effect on R&D expenditure from six of its determinants, in 20 OECD countries, for the period 1990-2006. The determinants are: income per capita, foreign trade, researches, information and communication technology investments, machinery and equipment investments and long term interest rate. It was estimated an unbalanced panel data under fixed effects with temporal orientation approach, produced empirically interesting results: three variables, researches, information and communication technology and investments and long term interest rate were statistically significant. However, income per capita, foreign trade and investments in machinery and equipment weren't statistically significant. Among the determinants, only variable long term interest rate showed negative sign, featuring itself as an important element to regard on R&D investment decisions.

KEYWORDS: Determinants of R&D. Panel data. OECD.

NOTAS

¹ Os economistas neo-schumpeterianos são influenciados pela teoria desenvolvida por Joseph Schumpeter, responsável por destacar o papel das inovações sobre o crescimento econômico.

² Os determinantes são: renda *per capita*, transações comerciais externas, contingente de pesquisadores, investimento em tecnologias da informação e comunicação (TICs), investimento em máquinas e equipamentos e taxa de juros de longo prazo.

³ Os países são: Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, Coreia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Japão, Nova Zelândia, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça. Os demais países não foram incluídos por não possuírem dados para as sete variáveis no período considerado.

⁴ Gittleman e Wolff (1998) realizaram uma revisão de literatura de algumas pesquisas que relacionam gastos em P&D nos países da OCDE com produtividade, *catching-up*, e desenvolvimento nacional.

⁵ Intensidade em P&D é o percentual da razão entre P&D e PIB de um país.

⁶ Exceto de Espanha, França, Irlanda e Japão, países com observações temporais para todo o período.

⁷ Esses indivíduos, cujos salários líquidos são acrescidos ao PIB, são considerados residentes, mas não trabalham no país. Porém, gastam rendimentos na economia doméstica. Os rendimentos de propriedade incluem juros, dividendos e lucros parciais ou totais de empresas estrangeiras em poder de residentes.

⁸ Inclui pesquisadores do setor financeiro.

⁹ As informações disponíveis sobre o tipo de material relacionam esses investimentos a material de transporte e demais máquinas e equipamentos, exceto consumo final das famílias.

¹⁰ É importante salientar que a correlação, apesar de ser negativa e aproximadamente 50%, é estatisticamente significativa a 5%.

¹¹ Não foram realizados testes de raiz unitária para painel, por se tratar de uma amostra de poucos anos. Esses testes são recomendados para períodos superiores a 30 anos.

¹² A variável *Incapital*, portanto, parece captar apenas os efeitos positivos sobre *InP&D* do aparato produtivo materializado em máquinas e equipamentos industriais em sua maioria tradicionais. De acordo com Tigre (2006), uma das características desses setores é a baixa intensidade relativa em P&D, pois baseiam sua competitividade nos quesitos marca e preço.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a contribuição valiosa dos pareceristas anônimos na versão preliminar deste estudo. Quaisquer imprecisões remanescentes são de inteira responsabilidade dos autores.

REFERÊNCIAS

ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. Trade, growth and technical change: what are the issues? In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

CASSIOLATO, J. E. A economia do conhecimento e as novas políticas industriais e tecnológicas. In: LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999, p. 164-190.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **Economic Journal**, v. 99, n. 397, 1989, p. 569-596. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2233763>>. Acesso em: 11/01/2010.

DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 5-46.

DRISCOLL, J. C.; KRAAY, A. C. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. **Review of Economics and Statistics**, v. 80, n. 4, 1998, p. 549-560. Disponível em: <www.jstor.org/stable/2646837>. Acesso em: 16/04/2010.

ENGBRECHT, H. J. International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: an empirical investigation. **European Economic Review**, v. 41, 1997, p. 1479-1488. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 26/01/2010.

FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, p. 1-26, 2005.

_____; SRHOLEC, M. National innovation systems, capabilities and economic development. **Research Policy**, vol. 37, n. 9, 2008, p. 1417-1435. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 19/04/2010.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.

GITTLEMAN, M.; WOLFF, E. N. R&D activity and cross-country growth comparisons. In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 4th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. **Econometrica**, v. 46, n. 6, 1978, p. 1251-1271. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1913827>>. Acesso em: 15/04/2010.

JENSEN, J.; MENEZES-FILHO, N.; SBRAGIA, R. Os determinantes dos gastos em P&D no Brasil: uma análise com dados em painel. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 34, n. 4, 2004, p. 661-691. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v34n4/v34n4a02.pdf>>. Acesso em: 14/01/2010.

LACH, S.; SCHANKERMAN, M. Dynamics of R&D and investment in the scientific sector. **Journal of Political Economy**, v. 97, n. 4, 1989, p. 880-904. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1832195>>. Acesso em: 11/01/2010.

LUNDEVALL, B. A. Introduction. In: LUNDEVALL, B. A. (Ed.). **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 2010.

MELO, L. M. Sistema nacional de inovação (SNI): uma proposta de abordagem teórica. **Textos para Discussão**, n. 357, 1996.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX**. Campinas: Unicamp, 2005.

NELSON, R. R. **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

_____. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Unicamp, 2006.

_____; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Unicamp, 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **OECD statistics**. Disponível em: <http://www.oecd.org/statsportal/0,3352,en_2825_293564_1_1_1_1_1,00.html>. Acesso em: 22/10/2009.

_____. **Manual de Frascati**: proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental, 2008. Disponível em: <<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/free/920208ue.pdf>>. Acesso em: 31/05/2011.

PIANTA, M. Technology and growth in OECD countries, 1970-1990. In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

SBICCA, A.; PELAEZ, V. Sistemas de inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 415-448.

SCHMOOKLER, J. Changes in industry and in the state of knowledge as determinant of industrial invention. In: NELSON, R. R. (Ed.). **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors**. Princeton: Princeton

University Press, 1962, p. 195-232. Disponível em:
<<http://www.nber.org/chapters/c2118.pdf>>. Acesso em: 10/05/2011.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WANG, E. C. Determinants of R&D investment: the extreme-bounds-analysis approach applied to 26 OECD countries. **Research Policy**, v. 39, n. 1, fev. 2010, p. 103-116. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25/01/2010.

_____; HUANG, W. Relative efficiency of R&D activities: a cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. **Research Policy**, v. 36, n. 2, mar. 2007, p. 260-273. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 21/01/2010.

WHITE, H. A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test of heteroscedasticity. **Econometrica**, v. 48, n. 4, 1980, p. 817-838. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1912934>>. Acesso em: 21/01/2010.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

Recebido: 08 fev. 2017.

Aprovado: 18 nov. 2017.

DOI: 10.3895/rts.v14n31.5530

Como citar: SILVA, M. dos S. da; SILVA, E., H. da; LEAL, P de Q. Determinantes dos gastos em p&d no âmbito da OCDE: uma abordagem neo-schumpeteriana. **R. Technol. Soc.** v. 14, n. 31, p. 75-91, mai./ago. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpr.edu.br/rts/article/view/5530>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Marcelo dos Santos da Silva
Rua F, 44, Parque Verde, Itabuna/BA. CEP 45.604-878.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

